

Informatieboek voor
natuurwetenschappen

7^e editie

HAVO/VWO



Noordhoff

Door het CvTE toegestaan bij
de centrale examens biologie,
natuurkunde en scheikunde.

NVON NEDERLANDSE VERENIGING
VOOR HET ONDERWIJS IN DE
NATUURWETENSCHAPPEN

BINAS havo / vwo

**Informatieboek havo / vwo voor het onderwijs
in de natuurwetenschappen**

Samengesteld door een NVON-commissie

ir. R.E.A. Bouwens

drs. W. Kranendonk

ir. J.P. van Lune

drs. C.M. Prop - van den Berg

drs. J.A.M.H. van Riswick

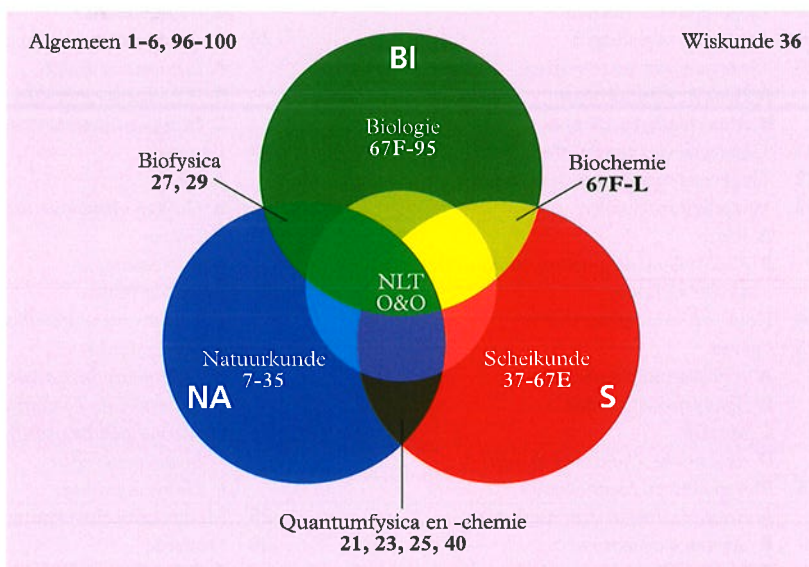
drs. J.J. Westra

zevende editie

Noordhoff Uitgevers Groningen

Voor je ligt de zevende druk van *Binas*, een informatieboek voor onderwijs in de natuurwetenschappen. Deze uitgave kan gebruikt worden in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs bij de vakken natuurkunde, scheikunde, biologie, algemene natuurwetenschappen, natuur, leven en technologie en onderzoeken en ontwerpen. Het gebruik is vanaf 2025 voor havo en vanaf 2026 voor vwo toegestaan bij centrale examens natuurkunde, scheikunde en biologie havo en vwo.

Bij de herziening is de opzet van de zesde druk zo weinig mogelijk aangetast. De indeling en nummering van de tabellen is zo veel mogelijk gehandhaafd. In overeenstemming met de huidige stand van de wetenschap en met de actuele eindexamenprogramma's zijn (gedeelten van) tabellen verbeterd, vervallen of toegevoegd. Daarnaast heeft de redactie tot uitdrukking willen brengen dat de natuurwetenschappelijke monovakken zich steeds meer in samenhang ontwikkelen en onderwezen worden. In onderstaand venndiagram zie je welke tabellen in monovakken, dan wel in overlapgebieden thuishoren. De basiskleuren blauw, rood en groen zijn bij de tabellen nog steeds voor de monovakken natuurkunde, scheikunde en biologie gehanteerd. Bij tabellen in de overlap komt het venndiagram in miniatuur terug.



De redactie van de zevende druk heeft haar werk gebaseerd op eerdere uitgaven van *Binas*, die tot stand zijn gebracht door drs. J.H.M. Beerens, drs. G.A.M. Hafkenscheid, drs. A.I. Jansen, A. de Lange, drs. C.W. Stam, drs. W. Kranendonk, drs. F.J. van der Puijl, drs. J.L. Sikkema, drs. P.A.M. de Groot, drs. J.J. Westra, drs. I.M. Wevers-Prijs en dr. M.J. Vogelezang. Speciale dank gaat uit naar drs. J.B. Broens, die aan de 2e tot en met 5e druk heeft meegewerkt en naar dr. G. Verkerk, die de redactiecommissie van de 1e tot en met de 5e druk heeft voorgezeten.

Op de website van *Binas* www.binas.noordhoff.nl tref je meer informatie aan.

Via deze website kun je ook opmerkingen omtrent deze uitgave naar de redactiecommissie sturen.

De redactiecommissie

- 33** Hertzsprung-Russell-diagram
34 Samenstelling
35 Natuurkundeformules
A *Mechanica*

- B** *Trillingen, golven en optica*
C *Vloeistoffen, gassen en warmteleer*
D *Elektriciteit en magnetisme*
E *Overige onderwerpen*

Wiskunde

- 36** Wiskundeformules:
A *Verbanden*
B *Lengte, oppervlakte en volume*
C *Vierkantsvergelijking*
D *Machten en logaritmen*

- E** *Cirkel, ellips, hyperbool, parabool*
F *Differentiëren en integreren*
G *Goniometrie*
H *Rijen en reeksen*
I *Wiskundige notaties*

Scheikunde

- 37** Scheikundeformules
A *Reactiesnelheid*
B *Chemisch evenwicht*
C *Thermodynamica*
D *Elektrochemie*
E *Spectrometrie*
F *Chromatografie*
G *Een aantal basisrelaties*
H *Groene chemie*
I *Zuurtegraad*
38 Scheikundige symbolen
A *Symbolen en eenheden*
B *Industriële chemie*
39 Spectrometrie
A *UV-VIS-spectrometrie*
B *NMR-spectrometrie*
C *IR-spectrometrie*
D *Massaspectrometrie*
40 Elementen
A *Gegevens*
B *Ontdekking, herkomst naam en natuurlijk voorkomen*
41 Molaire iongeleidbaarheden
42 Smelt- en kookpunten
A *Anorganische verbindingen*
B *Organische verbindingen*
43 Dichtheden en molariteiten
A *Veel gebruikte oplossingen*
B *Handelsoptlossingen*
44 Oplosbaarheid van gassen
A *Gassen in water*
B *Zuurstof in chloridehoudend water*
45 Oplosbaarheid van vaste stoffen en vloeistoffen
A *Zouten in water: schematisch overzicht*
B *Zouten in water: kwantitatieve gegevens*
C *In verschillende oplosmiddelen*
46 Oplosbaarheidsproducten
47 Dissociatieconstanten van complexe ionen
48 Standaardelektrodepotentialen
49 Zuur- en baseconstanten

- 50** Ionisatieconstanten van zuivere vloeistoffen
A *Water bij verschillende temperaturen*
B *Andere vloeistoffen*
51 Evenwichtsconstanten van gasreacties
52 Indicatoren
A *Zuur-base-indicatoren*
B *Redoxindicatoren*
53 Gegevens van bindingen
A *Bindingslengten*
B *Bindingshoeken*
54 Reactiemechanismen
A *Nucleofiele substitutie volgens S_N2*
B *Nucleofiele substitutie volgens S_N1*
C *Elektrofiele aromatische substitutie S_EAr*
D *Eliminatiereactie volgens E2*
E *Eliminatiereactie volgens E1*
F *Elektrofiele additie*
55 Dipoolmomenten
A *Anorganische stoffen*
B *Organische stoffen*
56 Verbrandingswarmten
57 Vormingswarmten
A *Anorganische stoffen*
B *Organische stoffen*
58 Bindingsenergieën
59 Sublimatie- en verdampingswarmten
A *Vaste stoffen*
B *Vloeistoffen*
60 Roosterenergieën
61 Hydratatie-energieën
62 Ionisatie-energieën en elektronenaffiniteiten
A *Ionisatie-energieën*
B *Elektronenaffiniteiten*
63 Absolute entropieën
A *Elementen*
B *Anorganische stoffen*
C *Organische stoffen*
64 Chemie en milieu
A *Gemiddelde samenstelling van onvervuild zeewater*
B *Verbranding in lucht*

- E *Bloeddruk*
- F *Bloedverdeling over de organen*
- G *Vorming weefselvloeistof*
- H *Samenstelling van bloed*
- I *Bloedcellen: ontwikkeling*
- J *Afweer*
- K *Antistoffen*
- L *Immuniteit*
- M *Allergische reacties*
- N *Lymfevaten en lymfoïde organen*
- O *Bloedstolling*
- 85 *Uitscheiding*
 - A *Nieren*
 - B *Samenstelling bloedplasma en urine*
 - C *Concentratieveranderingen in een niereenheid, nefron*
 - D *Osmoregulatie*
- 86 *Voortplanting*
 - A *Geslachtsorganen man*
 - B *Geslachtsorganen vrouw*
 - C *Menstruatiecyclus*
 - D *Oögenese en spermatogenese*
 - E *Bevruchting en ontwikkeling*
- 87 *Zintuigen*
 - A *Huid*
 - B *Warmteregulatie*
 - C *Oog*
 - D *Oor en evenwicht*
- 88 *Zenuwstelsel*
 - A *Zenuwcellen*
 - B *Indelingen zenuwstelsel*
 - C *Anatomie van de hersenen*
 - D *Ionenverdeling bij rustpotentialiaal*
 - E *Werking kalium-natriumpomp*
 - F *Uitwisseling K^+ en Na^+ door celmembraan bij actiepotentialiaal*
 - G *Bouw en werking synaps*
 - H *Aanmaak en afbraak van acetylcholine*
- I *Neurotransmitters*
- J *Schema van het ruggenmerg*
- K *Kniepeesreflex*
- L *Autonoom zenuwstelsel*
- 89 *Hormoonstelsel*
 - A *Hormonen van de mens*
 - B *Werkingsmechanismen van hormonen in cellen*
 - C *Hormonen en hun terugkoppeling*
- 90 *Beweging en coördinatie*
 - A *Energiebronnen van een spier bij lichte training*
 - B *Langzame en snelle spiervezels*
 - C *Motorische eenheden van een dwarsgestreepte spier*
 - D *Skelet*
- 91 *De anatomie van de plant en haar voeding*
 - A *Blad*
 - B *Wortel*
 - C *Stengel*
 - D *Plantenvoedingsstoffen, nutriënten*
- 92 *Systematiek*
 - A *Afstamming*
 - B *Diversiteit*
- 93 *Ecologie*
 - A *Energiestroom*
 - B *Ecosysteem*
 - C *Eilandtheorie van McArthur en Wilson*
 - D *Populaties*
 - E *Stabiliteit en verandering*
 - F *Koolstofkringloop*
 - G *Stikstofkringloop*
- 94 *Evolutie*
 - A *Geologische tijdrekening*
 - B *Mens en mensachtigen*
 - C *Endosymbiosetheorie van Margulis*
 - D *Antibiotica*
 - E *Prionen*
- 95 *ADI-waarden*
 - A *Contaminanten*
 - B *Additieven*
- 96 *Veiligheid en milieu*
 - A *Gevaarlijke chemicaliën*
 - B *Gevearenklassen in GHS*
 - C *Waarschuwingsborden*
 - D *Recycleersymbolen*
 - E *Gevearenaanduidingen en voorzorgsmaatregelen*
- 97 *Groene chemie*
 - A *Uitgangspunten en begrippen*
 - B *Schaarste van elementen*
 - C *Recyclepercentage van een aantal metalen*
 - D *Impact productie metalen op klimaatverandering*
- E *Impact productie metalen op terrestrische verzuring*
- F *Impact productie metalen op zoetwatereutrofiëring*
- G *Impact productie metalen op menselijke gezondheid*
- H *Impact productie bouwmaterialen*
- REGISTER
- 98 *Molaire massa's van veel gebruikte stoffen*
- 99 *Periodiek systeem der elementen*
- 100 *Afstandschal in de natuurwetenschappen*

De SI-eenheden zijn opnieuw gedefinieerd met ingang van 20 mei 2019.

Er wordt uitgegaan van vaste waarden van de zeven natuurconstanten

h , c , $\Delta\nu$, e , k_B , N_A , en K_{cd} .

De meeteenheden kg, m, s, A, K, mol en cd zijn daar een numeriek veelvoud van.



basisgrootheden grondeenheden

massa m kilogram kg

Het kilogram wordt gedefinieerd door: $1 \text{ kg} \equiv 1 \text{ J s}^2 \text{ m}^{-2}$

lengte l meter m

De meter wordt gedefinieerd door: $1 \text{ m} = \frac{1}{2,997\,924\,58 \cdot 10^8} \cdot c \text{ s}$

Hierin is c de lichtsnelheid.

tijd t seconde s

De seconde wordt gedefinieerd door: $1 \text{ s} \equiv 9\,192\,631\,770 \cdot \frac{1}{\Delta\nu}$

Hierin is $\Delta\nu$ de frequentie van de straling ontstaan bij de overgang tussen de twee hyperfijn niveaus van de grondtoestand van het atoom cesium-133 (13^e CGPM-1967, Rés. 1).

stroomsterkte I ampère A

De ampère wordt gedefinieerd door: $1 \text{ A} \equiv \frac{1}{1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19}} \cdot e \text{ s}^{-1}$

Hierin is e het elementair ladingsquantum.

temperatuur T kelvin K

De kelvin wordt gedefinieerd door: $1 \text{ K} \equiv 1,380\,649 \cdot 10^{-23} \cdot \frac{1}{k_B} \text{ J}$

Hierin is k_B de constante van Boltzmann.

hoeveelheid stof n mol mol

De mol wordt gedefinieerd door: $1 \text{ mol} \equiv 6,022\,140\,76 \cdot 10^{23} \cdot \frac{1}{N_A}$

Hierin is N_A de constante van Avogadro.

lichtsterkte I candela cd

De candela wordt gedefinieerd door: $1 \text{ cd} \equiv \frac{K_{cd}}{683} \text{ J s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$

De candela is de lichtsterkte in een gegeven richting, van een bron die monochromatische straling met een frequentie van $540 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$ uitzendt en waarvan de stralingssterkte in die richting $\frac{1}{683} \text{ J s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ is.

aanvullende grootheden en eenheden

vlakke hoek α radiaal rad

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

ruimtehoek Ω steradiaal 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 die bol als zijde.

► Hierin is gebruik gemaakt van onderstaande tussenberekening.

De joule, die zelf geen grondeenheid is, wordt gedefinieerd door: $1 \text{ J} \equiv \frac{1}{6,626\,070\,15 \cdot 10^{-34}} \cdot h \text{ s}^{-1}$

Hierin is h de constante van Planck.

<i>grootheid</i>	<i>symbool</i>	<i>eenheid</i>	<i>symbool</i>
hoeksnelheid	ω	radiaal per seconde	rad s^{-1}
hoekversnelling	α	radiaal per secondekwadraat	rad s^{-2}
hoeveelheid beweging	p	kilogram meter per seconde	kg m s^{-1}
hoeveelheid stof	n	mol	mol
impedantie	Z	ohm	Ω
impuls	p	kilogram meter per seconde	kg m s^{-1}
impulsmoment	b, L	kilogram meterkwadraat per seconde	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$
inhoud	V	kubieke meter	m^3
intensiteit (deeltjesbundel)	I	per seconde per vierkante meter	$\text{s}^{-1} \text{m}^{-2}$
intensiteit (geluid-, licht-)	I	watt per vierkante meter	W m^{-2}
koppel	T	newton meter	N m
kracht	F	newton	$\text{N} = \text{kg m s}^{-2}$
krachtstoot	S	newton seconde	$\text{N s} = \text{kg m s}^{-1}$
kubieke uitzettingscoëfficiënt	γ	per kelvin	K^{-1}
lading	q, Q	coulomb	$C = \text{A s}$
ladingsdichtheid (vlak)	σ	coulomb per vierkante meter	C m^{-2}
lengte	l	meter	m
lenssterkte	S	dioptrie	$\text{dpt} = \text{m}^{-1}$
lichtsterkte	I	candela	cd
lichtstroom	Φ	lumen	$\text{lm} = \text{cd sr}$
lineaire uitzettingscoëfficiënt	α	per kelvin	K^{-1}
lineaire massa van textielvezels en garens	ρ_l	kilogram per meter	kg m^{-1}
luchtweerstandcoëfficiënt	C_w	—	—
luminantie (oppervlaktehelderheid)	B, L	candela per vierkante meter	$\text{nit} = \text{cd m}^{-2}$
magnetisatie	M	ampère per meter	A m^{-1}
magnetische flux	Φ	weber	$\text{Wb} = \text{V s}$
magnetische veldsterkte (fluxdichtheid)	B	tesla	$T = \text{Wb m}^{-2}$
magnetische permeabiliteit	μ	henry per meter	H m^{-1}
massa	m	kilogram	kg
massagetal	A	—	—
molair(e) ...	—	per mol	mol^{-1}
moment (koppel)	T	newton meter	N m
moment (kracht)	M	newton meter	N m
numerieke apertuur	A	—	—
nuttig effect	η	—, procent	—, %
nuttig effect (lichtrendement)	η_L	lumen per watt	lm W^{-1}
omloopfrequentie	f	hertz	$\text{Hz} = \text{s}^{-1}$
omlooptijd	T	seconde	s
oppervlakte	A	vierkante meter	m^2
oppervlaktespanning	σ	newton per meter	N m^{-1}
periode (tijd)	T	seconde	s
plaats	x	meter	m
potentiaal, potentiaalverschil	$V, \Delta V$	volt	$\text{V} = \text{J C}^{-1}$
radioactiviteit	A	becquerel	$\text{Bq} = \text{s}^{-1}$
rendement	η	—	—
restitutiecoëfficiënt	e	—	—
rotatiesnelheid	ω	radiaal per seconde	rad s^{-1}
ruimtehoek	Ω	steradiaal	sr
schuifspanning	σ	newton per vierkante meter	N m^{-2}
snelheid	v	meter per seconde	m s^{-1}
schuifwrijvingscoëfficiënt	μ, f	—	—
soortelijke warmte	c	joule per kilogram kelvin	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
soortelijke warmte bij constant volume	c_V	joule per kilogram kelvin	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
	C_V	joule per mol kelvin	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$

eenheid	symbool en omrekeningsfactor	grootheid	status ▶
arc	$a = 10^2 \text{ m}^2$	oppervlakte (van grond)	b
astronomische eenheid	$au = 149\,597\,870\,700 \text{ m}$	afstand	b
atmosfeer	$atm = 1,013\,25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	druk	v
atomaire massa-eenheid	$u = 1,660\,539\,066\,60 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	massa	b
bar	$bar = 10^5 \text{ Pa}$	druk	b
barn	$b = 10^{-28} \text{ m}^2$	werkzame doorsnede	b
calorie	$cal = 4,184 \text{ J}$	energie	v
centimeter kwikdruk	$cm \text{ Hg} = 1,333\,22 \cdot 10^3 \text{ Pa}$	druk	v
centimeter waterdruk	$cm \text{ H}_2\text{O} = 9,806\,65 \cdot 10^1 \text{ Pa}$	druk	v
curie	$Ci = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$	(radio-)activiteit	v
dag	$d = 86\,400 \text{ s}$	tijd	b
dalton	$u = 1,660\,539\,066\,60 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	massa	v
decibel	$dB = 10^{-1}, B$	geluidniveau	b
denier	$Td = 1,111 \cdot 10^{-7} \text{ kg m}^{-1}$	massa per lengte-eenheid	v
Duitse hardheidsgraad	$D^\circ \hat{=} 10 \text{ mg CaO per liter}$	waterhardheid	v
elektronvolt (energie)	$eV = 1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	energie	b
elektronvolt (temperatuur)	$eV = 1,160\,451\,81 \cdot 10^4 k_B K$	temperatuur	b
foon	$Ph = dB$ (bij 1000 Hz)	geluidniveau	b
foot	$ft, vt = 3,048 \cdot 10^{-1} \text{ m} (= 12 \text{ in})$	lengte of afstand	v
gallon (US)	$3,785\,411\,784 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	volume of inhoud	v
gauss	$G = 10^{-4} T$	magnetische inductie	v
gon (decimale graad)	$gon \text{ (gra)}; gon = \frac{\pi}{200} \text{ rad}$	vlakke hoek	b
graad (hoek)	$^\circ \text{ (deg)}; ^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}$	vlakke hoek	b
graad Celsius	$^\circ C = K$	temperatuurverschil	b
graad Fahrenheit	$^\circ F = 5,556 \cdot 10^{-1} K$	temperatuurverschil	v
inch	$in = 2,54 \cdot 10^{-2} \text{ m} (= \frac{1}{12} ft)$	lengte of afstand	v
jaar	$y = 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$	tijd	b
karaat of metrieckaraat	$Kt \text{ (ct)} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$ $kt = \frac{1}{24} \text{ deel}$	massa bij parels en edelstenen goudgehalte	b
kilowattuur	$kWh = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$	energie	b
knoop	$0,514\,44 \text{ m s}^{-1}$	snelheid	v
lichtjaar	$9,461 \cdot 10^{15} \text{ m}$	lengte of afstand	v
liter	$L = 10^{-3} \text{ m}^3$	volume of inhoud	b
micron	$\mu = 10^{-6} \text{ m}$	lengte of afstand	v
mijl (land)	$1,609\,344 \cdot 10^3 \text{ m (exact)}$	lengte of afstand	v
mijl (zee)	$1,852 \cdot 10^3 \text{ m (exact)}$	lengte of afstand	v
millimeter kwik	$mm \text{ Hg} = 1,333\,22 \cdot 10^2 \text{ Pa}$	(fysiologische) druk	b
minuut (hoek)	$' = \frac{\pi}{10\,800} \text{ rad}$	vlakke hoek	b
minuut (tijd)	$min = 60 \text{ s}$	tijd	b
ons	10^{-1} kg	massa	v
paardenkracht (hp)	$pk = 7,457 \cdot 10^2 \text{ W}$	(motor-)vermogen	v
paardenkracht (CV)	$pk = 7,354\,99 \cdot 10^2 \text{ W}$	(motor-)vermogen	v
parsec	$pc = 3,085\,68 \cdot 10^{16} \text{ m}$	lengte of afstand	v
pascal	$Pa = \text{Nm}^{-2}$	druk	b
pond	$5 \cdot 10^{-1} \text{ kg}$	massa	v
pound (avdp)	$lb = 4,535\,923\,7 \cdot 10^{-1} \text{ kg}$	massa	v
pound per square inch	$psi (= \text{lbf in}^{-2}) = 6,89 \cdot 10^3 \text{ Pa}$	druk	v
rad	$rad = 10^{-2} \text{ Gy}$	dosis radioactieve straling	v
rem	$rem = 10^{-2} \text{ Sv}$	dosisequivalent	v
rpm, omwentelingen per minuut	$rpm = 1,047\,2 \cdot 10^{-1} \text{ rad s}^{-1}$	hoeksneldheid, toerental	v
rutherford	$Rd = 10^6 \text{ Bq}$	(radio-)activiteit	v
seconde (hoek)	$" = \frac{\pi}{648\,000} \text{ rad}$	vlakke hoek	b
tex	$tex = 10^{-6} \text{ kg m}^{-1}$	massa per lengte-eenheid	b
ton	$t = 10^3 \text{ kg}$	massa	b
torr (mm kwikdruk)	$Torr = 1,333\,22 \cdot 10^2 \text{ Pa}$	druk	v
uur	$h = 3600 \text{ s}$	tijd	b
var	$var = W$	vermogen (reactief)	b
voet	$ft = 3,048 \cdot 10^{-1} \text{ m} (= 12 \text{ in, exact})$	lengte of afstand	v
voltampère	$VA = W$	vermogen (schijnbaar)	b
yard	$yd = 9,144 \cdot 10^{-1} \text{ m} (= 3 \text{ ft, exact})$	lengte of afstand	v

▶ b = blijvend erkende eenheid; v = verboden eenheid

temperatuur in K

10^{-7}	laagst bereikte in verdunde gasen (Bose-Einstein)
10^{-5}	laagst bereikte in vaste stof
10^{-3}	^3He superfluïde
$1,5 \cdot 10^{-2}$	sprongpunt supergeleiding wolfram
$8,7 \cdot 10^{-1}$	sprongpunt supergeleiding zink
$2,2 \cdot 10^0$	^4He superfluïde
$2,7 \cdot 10^0$	heelal
$4,2 \cdot 10^0$	kookpunt He
$5,2 \cdot 10^0$	kritieke temperatuur He
$1,4 \cdot 10^1$	smeltpunt waterstof
$2,0 \cdot 10^1$	kookpunt waterstof
$2,3 \cdot 10^1$	sprongpunt supergeleiding Nb_3Ge
$3,3 \cdot 10^1$	kritieke temperatuur waterstof
$5,3 \cdot 10^1$	gem. oppervlaktetemperatuur Pluto
$7,7 \cdot 10^1$	kookpunt stikstof
$9,0 \cdot 10^1$	kookpunt zuurstof, sprongpunt supergeleiding $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$
$1,5 \cdot 10^2$	kritieke temperatuur zuurstof
$2,7 \cdot 10^2$	vriespunt water
$3,0 \cdot 10^2$	gemiddelde oppervlaktetemperatuur aarde

$3,1 \cdot 10^2$	lichaamstemperatuur mens
$3,7 \cdot 10^2$	kookpunt water
$6,0 \cdot 10^2$	smeltpunt lood
$8,6 \cdot 10^2$	curiepunt magnetiet (Fe_3O_4)
$9,3 \cdot 10^2$	smeltpunt aluminium
$1,3 \cdot 10^3$	smeltpunt goud
$3,1 \cdot 10^3$	kookpunt goud
$3,3 \cdot 10^3$	effectieve temperatuur Betelgeuze
$3,7 \cdot 10^3$	smeltpunt wolfram
$4 \cdot 10^3$	middelpunt aarde
$5,8 \cdot 10^3$	effectieve temperatuur zon
$1,2 \cdot 10^4$	elektronentemperatuur in TL-buis
$1,3 \cdot 10^4$	effectieve temperatuur Rigel A
10^5	lasercutting
10^6	tokamakplasma
$1,4 \cdot 10^7$	middelpunt zon
10^8	centrum H-bom
10^9	heeste ster
10^{10}	spontane vorming elektronen
10^{13}	spontane vorming protonen en neutronen

energie in J

$3 \cdot 10^{-31}$	kin. en. van molecuul bij allerlaagst bereikte temperatuur ($1,5 \cdot 10^{-8}$ K)
$4,4 \cdot 10^{-21}$	kin. en. molecuul (20 °C)
$1 \cdot 10^{-20}$	chemische reactie van 1 atoom
$4 \cdot 10^{-19}$	foton van groen licht
$2,2 \cdot 10^{-18}$	binding waterstofatoom in H_2
$8 \cdot 10^{-14}$	massa-equivalent van het elektron
$4,6 \cdot 10^{-12}$	bindingsenergie ^4He -kern
$3,2 \cdot 10^{-11}$	splijtingsenergie van een ^{235}U -atoom
$1,5 \cdot 10^{-10}$	massa-equivalent neutron of proton
$2,7 \cdot 10^{-8}$	kin. en. wijngaardslak (4,8 m h ⁻¹)
$1,6 \cdot 10^{-7}$	kin. en. van een vliegende mug
$2,2 \cdot 10^{-6}$	proton Large Hadron Collider (CERN)
$1 \cdot 10^0$	wrijvingsloos 102 gram 1,00 m optillen
$1,5 \cdot 10^2$	kin. en. snelst geserveerde tennisbal
$1,4 \cdot 10^3$	zonnestraling op aarde op 1 m ² in 1 s
$4,2 \cdot 10^3$	1 kg water 1 °C opwarmen
$1,7 \cdot 10^4$	metabolisme: opbrengst 1 gram suiker
$3,3 \cdot 10^4$	verbruikte energie 1 minuut fietsen
$3,33 \cdot 10^5$	1 kg ijs smelten
$3,9 \cdot 10^5$	kin. en. auto (1000 kg) bij 100 km h ⁻¹
$2,26 \cdot 10^6$	1 liter kokend water verdampen
$3,6 \cdot 10^6$	energieverlies in een dag door een ruit van 1 m ² (20 °C verschil)

$1,8 \cdot 10^7$	1 kg hout verbranden
$3,5 \cdot 10^7$	1 liter benzine verbranden
$6 \cdot 10^8$	kernfusie van 1 mg deuterium
$1 \cdot 10^9$	bliksem
$2,6 \cdot 10^9$	kin. en. vliegtuig (Airbus 320)
$4,2 \cdot 10^9$	explosie-energie van 1 ton TNT
$1,3 \cdot 10^{10}$	verlies per jaar door een ruit van 1 m ² (20 °C verschil)
$7 \cdot 10^{10}$	jaarverbruik auto (USA, 2000)
$6 \cdot 10^{13}$	kernbom op Hiroshima
$1 \cdot 10^{16}$	Meteor Crater-inslag (Arizona)
$1 \cdot 10^{17}$	vulkaanuitbarsting Krakatau (1883)
$5 \cdot 10^{17}$	waterstofbom (100 megaton TNT)
$1,3 \cdot 10^{19}$	totale elektrische energie geproduceerd in de USA in 2001
$1,3 \cdot 10^{20}$	aardbeving in de Indische Oceaan (2004)
$4 \cdot 10^{20}$	wereldverbruik fossiele energie (2004)
$7 \cdot 10^{21}$	wereld-aardolievoorraad (2003)
$2,6 \cdot 10^{22}$	wereld-steenkoolvoorraad (2003)
$3,9 \cdot 10^{26}$	door de zon uitgezonden in 1 s
$3 \cdot 10^{31}$	wereldvoorraad in ^{238}U (2003)
$2,7 \cdot 10^{33}$	kin. en. van de aarde (baan om de zon)
$1 \cdot 10^{43}$	explosie van een supernova
$4 \cdot 10^{58}$	massa-equivalent van de hele Melkweg

	<i>dichtheid</i>	<i>elasticiteits- modulus</i>	<i>treksterkte (maximale mechanische spanning)</i>	<i>lineaire uitzettings- coëfficiënt</i>	<i>soortelijke warmte</i>	<i>warmte- geleidings- coëfficiënt</i>	<i>smeltpunt $p = p_0$</i>	<i>smeltwarmte</i>	<i>soortelijke weerstand</i>	<i>weerstand- temperatuur- coëfficiënt</i>
	$T = 293 \text{ K}$	$T = 293 \text{ K}$			$T = 293 \text{ K}$	$T = 293 \text{ K}$			$T = 293 \text{ K}$	
	10^3 kg m^{-3}	10^9 Pa	10^8 Pa	10^{-6} K^{-1}	$10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$	$\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$	K	10^6 J kg^{-1}	$10^{-9} \Omega \text{ m}$	10^{-3} K^{-1}
aluminium	2,70	71	0,4-0,5	23,2	0,88	237	933	0,397	27	4,29
beryllium	1,85	300	4,0-6,1	11,5	1,8	170	1560	1,384	33	9,0
bismut	9,80	32		13,5	0,12	9	545	0,054	1300	4,3
cadmium	8,65	60		31,5	0,234	92	594	0,057	75	4,0
calcium	1,55	20		22,3	0,65	96	1115	0,33	43	4,2
chroom	7,19	25		7,0	0,45	43	2180	0,28	130	3
goud	19,3	79	1,3-2,2	14	0,129	318	1337	0,066	22	3,6
ijzer	7,87	220	3,5	11,7	0,46	80,4	1811	0,276	105	6,5
kaliüm	0,86			83	0,754	130	336	0,065	67	5,4
kobalt	8,9	210		13,7	0,42	70	1768	0,26	65	6,2
koper	8,96	124	2,1	16,8	0,387	390	1357	0,205	17	4,3
kwik	13,546	–		182 ¹	0,14	10,3	234	0,012	960	0,93
lood	11,3	15	0,1-0,3	28,9	0,128	35,3	601	0,025	210	4,1
magnesium	1,74	44		25,6	1,026	156	923	0,368	46	3,8
molybdeen	10,2	330	7-14	5	0,26	138	2896	0,293	56	4,3
natrium	0,97			69,6	1,23	142	371	0,113	47	5,5
nikkel	8,90	196	0,59	12,7	0,46	90,9	1728	0,310	78	6,5
platina	21,5	165	1,2-1,4	8,9	0,133	71,6	2042	0,113	106	3,9
tantaal	16,7	190	4-12	6,5	0,14	54	3290	0,17	155	3,1
tin ²	7,31	55	0,19	22	0,22	64	505	0,059	115	4,3
uraan	19,1	130	5,1	15	0,116	21,9	1406	0,40	220	2,1
wolfraam	19,3	360	15-42	4,5	0,135	173	3695	0,192	55	4,9
zilver	10,50	77	1,5-3,6	19,2	0,24	429	1235	0,105	16	3,9
zink	7,2	93	1,3-1,5	29,7	0,386	116	693	0,107	62	4,1

1 ► kubieke uitzettingscoëfficiënt

2 ► wit tetragonaal

	dichtheid $T = 293 \text{ K}$	elasticiteits- modulus	lineaire uitzettings- coëfficiënt	soortelijke warmte $T = 293 \text{ K}$	warmtegeleidings- coëfficiënt $T = 293 \text{ K}$	soortelijke weerstand
	10^3 kg m^{-3}	10^9 Pa	10^{-6} K^{-1}	$10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$	$\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$	$\Omega \text{ m}$
acryl	1,2		70–100	1,4–2,1	0,2	10^{19}
asbest	0,58	20		0,84	0,1	
asfalt	1,2		200	0,92	0,6	
bakeliet	1,3	6–10	30	0,92	0,2	$10^5\text{--}10^9$
barnsteen	1,0		54		0,13	
basalt	2,7–3,2			0,84–0,92	1	
been (bot)	1,9	14				
boter	0,86–0,87					
bruinsteen	3,4			0,73		
calciet	2,7					
cement (beton)	1,5–2,4	20–40	10–12	0,9–1,1	0,2–20	
diamant	3,52		1,3	0,49	165	10^{13}
eboniet	1,15		80–85	1,67	0,17	10^8
fosfor • wit	1,82		124	0,795		10^{17}
• rood	2,20					
germanium	5,32		6,1	0,31	63	0,588
gips	2,32		25	0,8–1,1	1,3	
glas • gewoon	2,5–2,6	50–100	8–9	0,8	0,93	10^{12}
• flint-	3,1–3,9	60–80	8	0,5	0,8	
grafiet	2,1		1–2	0,69–0,72	160	10^{-5}
graniet	2,7		7–8	0,82	3,5	
hout • balsa-	0,15	6	5–50		0,1	
• ebben-	1,26		3–5		0,3–0,5	
• eiken-	0,78	11	3–5	2,39	0,3–0,5	
• vuren-	0,58	10–20	5	2,72	0,3–0,5	10^{12}
ijs ($T = 269 \text{ K}$)	0,917	3	50	2,2	2,1	
ivoor	1,9				0,6–1,2	
kamfer	0,99					
keukenzout	2,17		40	0,88	0,045–0,06	
koolstof	3,5		28	0,85		
kurk	0,20–0,35			1,7–2,1	0,05–0,11	10^8
kwarts	2,2–2,5	70	0,4	0,74	0,22	10^{20}
marmer	2,7	40–50	12	0,88	2–4	10^9
mica	2,8	160–210	3	0,88	0,4–0,6	10^{14}
naftaleen	1,15		94	1,3		$3 \cdot 10^5$
nylon	1,14		100–140	1,7	0,2–0,3	$> 10^{14}$
papier	0,7–1,2				0,18	10^{10}
paraffine	0,85		100–200	2,1–2,9	0,21–0,26	10^{15}
perspex	1,2	2,5–3,5	80	1,5	1,9	$> 10^{19}$
polyetheen	0,93	0,5	180	2,2	0,23–0,29	$3 \cdot 10^{15}$
polystyreen	1,06	2,5–3	70	1,3	0,08	$> 10^{14}$
porselein	2,4	70–80	2–5	0,8	1,0–1,7	10^{12}
pvc (polyvinylchloride)	1,3	2,5–3,5	150–250	1–2	0,16	$10^{12}\text{--}10^{14}$
rubber	1,2–1,6	$10^{-4}\text{--}10^{-2}$	200	1,1–2	0,15	10^{13}
seleen	4,79		39	0,35		
silicium	2,33	100–110	4,2	0,76	80–150	625
steen • baksteen	1,5–1,8	10–20	3–9	0,75	0,6	
• klinker	1,5–2,0	10–20			1,1	
suiker	1,58		80	1,2	0,6	
teflon	2,2		90	1,0	0,2–0,3	10^{20}
was	0,95	1,8		2,5		
zand (droog)	1,6			0,80	1	
zwavel • rombisch	2,07		61	0,73	0,2	
• monoklien	1,96		80	0,74	0,2	10^{23}

■ smeltpunt in K ($p = p_0$): diamant >3800; witte fosfor 317; glas 1000; keukenzout 1074; naftaleen 353; paraffine 325–329; suiker 458; ijs 273.

■ smeltwarmte in 10^3 J kg^{-1} : diamant 17000; witte fosfor 21,5; keukenzout 500; paraffine 146,5; suiker 56; ijs 334.

■ maximaal toelaatbare temperatuur in K: gips 400; glas 1000; marmer 1563; perspex 640; polyetheen 660; pvc 540; rubber 520.

	<i>dichtheid</i>	<i>opper- vlakte- spanning</i>	<i>viscositeit</i>	<i>kubieke uitzettings- coëfficiënt</i>	<i>soortelijke warmte</i>	<i>warmte- geleidings- coëfficiënt</i>	<i>smelt- punt</i>	<i>smelt- warmte</i>	<i>kook- punt</i>	<i>verdam- pings- warmte</i>
	$T = 293 \text{ K}$	$T = 293 \text{ K}$	$T = 293 \text{ K}$	$293\text{--}373 \text{ K}$	$293\text{--}373 \text{ K}$	$T = 293 \text{ K}$	$p = p_0$		$p = p_0$	
	10^3 kg m^{-3}	10^{-3} N m^{-1}	10^{-3} Pa s	10^{-3} K^{-1}	$10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$	$\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$	K	10^3 J kg^{-1}	K	10^6 J kg^{-1}
aceton [propanon]	0,79	23	0,33	1,5	2,20	0,16	178	92	329	0,515
alcohol [ethanol]	0,80	22	1,2	1,1	2,43	0,17	159	105	351	0,841
aniline	1,02	43	4,4	0,84	2,05	0,17	267	88	457	0,434
benzeen	0,88	29	0,65	1,2	1,71	0,15	279	127	353	0,393
benzine	0,72			1,0	2,2	0,15	123		394 ▶ ¹	
chloroform	1,49	27	0,6	1,3	0,96	0,12	210	244	334	0,250
ether [ethoxyethaan]	0,71	17	0,23	1,7	2,30	0,14	157	115	308	0,377
glycerol	1,26	62	1500	0,5	2,43	0,29	291	175	563	0,83
koolstofdисульфide	1,26	32	0,36	1,2	1,00	0,14	161	57	319	0,35
kwik	13,5 ▶ ²	500	1,55	0,182	0,138	10,4	234	12	630	0,301
melk	1,02–1,04	45	2,1	0,8 ▶ ³	3,9	0,49	272,5	92	373	
methanol	0,79	23	0,60	1,2	2,50	0,21	176	145	338	1,11
olijfolie	0,92	33	84	0,72	1,65	0,17	267		570	
paraffineolie ▶ ⁴	0,80	26	1000	90	2,13	0,15	327		573	
petroleum	0,79	27		1,0	2,14	0,15	203		423	0,319
siliconenolie	0,76	16	0,49	1,6	1,37	0,10	205		373	
spiritus (95%)	0,85		1,4				183		351 ▶ ¹	
stookolie	0,95									
terpentijn	0,84	27	1,5	0,97	1,75	0,15	263		453	0,293
tetra	1,59	26	0,97	1,22	0,84	0,10	250	17	350	0,193
water	0,9982	73	1,00	0,21 ▶ ⁵	4,18	0,60	273	334	373	2,26
zeewater ▶ ⁶	1,024		1,01		3,93	0,60	270	334		2,26
zwaar water	1,105		1,25		4,22	0,58	277	318	374	2,07
zwavelzuur	1,84	55	28	0,56	1,38		284		603	0,511

■ Kritieke temperatuur en kritieke druk: zie tabel 12.

1 ▶ kooktraject

2 ▶ 13,6 bij 273 K

3 ▶ 273–333 K

■ Glas: zie tabel 10

4 ▶ destilleert tussen 323 en 473 K

5 ▶ 293 K

6 ▶ 30‰ zout

■ Warmtegeleiding : bij gasen en vloeistoffen

geldt deze waarde bij afwezigheid van stroming.

temperatuur druk		temperatuur druk		temperatuur druk		temperatuur druk	
°C	Pa	°C	Pa	°C	10 ³ Pa	°C	10 ⁴ Pa
-70,0	0,26	0,5	633	23,5	2,896	57,0	1,732
-60,0	1,08	1,0	657	24,0	2,985	58,0	1,816
-50,0	3,94	1,5	681	24,5	3,076	59,0	1,903
-40,0	12,8	2,0	706	25,0	3,169	60,0	1,993
-30,0	38,0	2,5	732	25,5	3,264	61,0	2,087
-20,0	103	3,0	758	26,0	3,363	62,0	2,185
-19,5	108	3,5	786	26,5	3,463	63,0	2,287
-19,0	113	4,0	814	27,0	3,567	64,0	2,392
-18,5	119	4,5	843	27,5	3,674	65,0	2,502
-18,0	124	5,0	872	28,0	3,782	66,0	2,616
-17,5	131	5,5	903	28,5	3,893	67,0	2,735
-17,0	137	6,0	935	29,0	4,007	68,0	2,857
-16,5	144	6,5	968	29,5	4,125	69,0	1,985
-16,0	151	7,0	1002	30,0	4,245	70,0	3,118
-15,5	157	7,5	1037	30,5	4,369	75,0	3,855
-15,0	165	8,0	1072	31,0	4,496	80,0	4,736
-14,5	173	8,5	1110	31,5	4,625	85,0	5,780
-14,0	181	9,0	1148	32,0	4,757	90,0	7,011
-13,5	189	9,5	1187	32,5	4,893	92,0	7,568
-13,0	199	10,0	1229	33,0	5,033	94,0	8,154
-12,5	207	10,5	1270	33,5	5,176	96,0	8,777
-12,0	217	11,0	1313	34,0	5,323	98,0	9,439
-11,5	227	11,5	1358	34,5	5,472	99,0	9,785
-11,0	237	12,0	1403	35,0	5,627	99,5	9,9622
-10,5	248	12,5	1450	35,5	5,784	100,0	10,1325
-10,0	260	13,0	1498	36,0	5,945	101	10,509
-9,5	271	13,5	1547	37,0	6,280	102	10,887
-9,0	283	14,0	1599	38,0	6,630	103	11,27
-8,5	296	14,5	1651	39,0	6,997	104	11,67
-8,0	309	15,0	1706	40,0	7,381	110	14,34
-7,5	323	15,5	1761	41,0	7,784	120	19,87
-7,0	337	16,0	1818	42,0	8,205	130	27,03
-6,5	352	16,5	1878	43,0	8,645	140	36,15
-6,0	368	17,0	1938	44,0	9,107	150	47,62
-5,5	384	17,5	2002	45,0	9,590	160	61,82
-5,0	401	18,0	2065	46,0	10,09	170	79,22
-4,5	419	18,5	2130	47,0	10,62	180	100,3
-4,0	437	19,0	2198	48,0	11,17	200	155,5
-3,5	456	19,5	2268	49,0	11,74	220	232
-3,0	476	20,0	2340	50,0	12,34	240	334
-2,5	496	20,5	2412	51,0	12,97	260	469
-2,0	517	21,0	2488	52,0	13,62	280	641
-1,5	539	21,5	2565	53,0	14,30	300	859
-1,0	563	22,0	2645	54,0	15,01	320	1129
-0,5	587	22,5	2727	55,0	15,75	340	1460
0,0	611	23,0	2811	56,0	16,52	360	1860
0,01 °C 611,2						374,13 °C 2212	
273,16 K tripelpunt						647,29 K kritisch punt	

vaste stof

 $T = 293 \text{ K}$ 10^3 m s^{-1}

aluminium	5,08
beton	4,3
glas	4,0-4,5
ijs (269 K)	3,28
ijzer	5,1
ivoor	3,0
koper	3,8
marmer	3,8
polyetheen	0,92
rubber	0,05
staal	5,1
steen	3,6

vloeistof

 $T = 293 \text{ K}$ 10^3 m s^{-1}

alcohol [ethanol]	1,17
glycerol	1,93
methanol	1,12
siliconenolie	0,79
water (273 K)	1,403
(293 K)	1,484
(313 K)	1,529
(333 K)	1,560
(353 K)	1,555
(373 K)	1,543
zwaar water	1,38
zeewater	1,51

gas of damp

 $T = 273 \text{ K}$ 10^3 m s^{-1}

ether (360 K)	0,2206
helium	0,965
koolstofdioxide	0,259
lucht (233 K)	0,307
(253 K)	0,319
(273 K)	0,332
(293 K)	0,343
(313 K)	0,354
(333 K)	0,365
methaan	0,430
waterdamp (407 K)	0,494
waterstof	1,284

mens

 $T = 310 \text{ K}$ 10^3 m s^{-1}

baarmoeder	>1,63
bloed	1,58
bot (schedel)	2,19-3,29
bot (poreus)	1,69-2,41
hart	>1,57

 $T = 310 \text{ K}$ 10^3 m s^{-1}

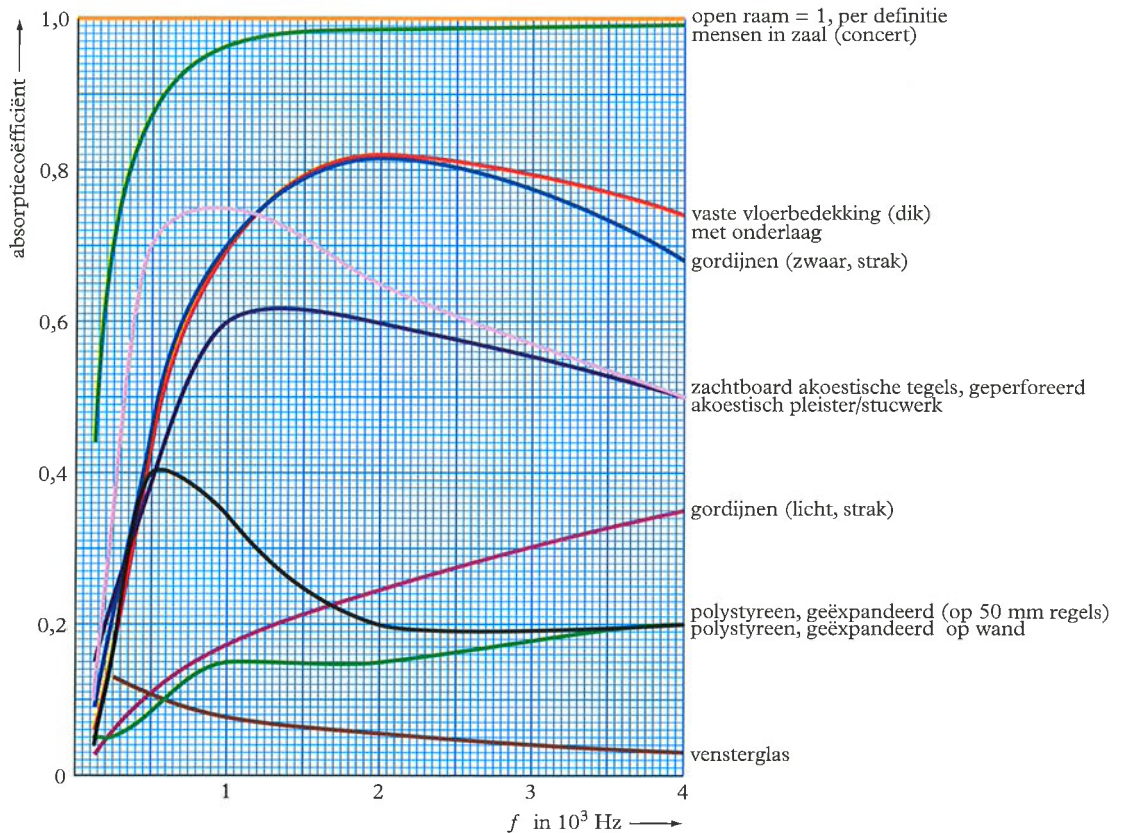
hersenen	1,56
huid (epidermis)	>1,73
lever	1,58-1,64
nier	1,56-1,58
oog (glasvocht)	1,53

 $T = 310 \text{ K}$ 10^3 m s^{-1}

oog (lens)	1,64-1,67
spieren (skelet-)	1,53-1,63
tanden (glazuur)	4,5 -6,25
vet	1,41-1,49
vruchtwater	1,53

Absorptiecoëfficiënten

B



'zone'	geluids- druk	geluids- intensiteit	geluids- druk-niveau	omschrijving
	Pa	W m^{-2}	dB	
gevaarlijke zone (doofheid)	10^4	10^6	180	start bemande raket op 50 m
		10^5	170	
	10^3	10^4	160	pistoolschot op 50 m
		10^3	150	ernstige beschadigingen gehoororganen wettelijke grens vuurwerk op 2,5 m
	10^2	10^2	140	straalmotor op 25 m
		10	130	startend straalvliegtuig op 50 m wereldrecord schreeuwen op 2,5 m
	10	1	120	'pijngrens' – pneumatische boor op 1 m – autoclaxon vlakbij
		10^{-1}	110	popgroep – betonboor op 1 m – cirkelzaag
schadelijke zone	1	10^{-2}	100	helikopter op 30 m hoogte – zware vrachtwagen met 35 km h^{-1} op 7,5 m
		10^{-3}	90	personenauto – passerende trein lichte vrachtwagen met 35 km h^{-1} op 7,5 m
vermoeiende zone	10^{-1}	10^{-4}	80	drukke verkeersweg – passerende bromfiets op 7,5 m
		10^{-5}	70	luide muziek van radio of tv in woonkamer – autosnelweg op 25 m
rustige zone (overdag)	10^{-2}	10^{-6}	60	geanimeerd gesprek – kantoor in bedrijf – ongestoord telefoongesprek
		10^{-7}	50	rustig gesprek – gemiddelde woonwijk overdag buiten
rustige zone (’s nachts)	10^{-3}	10^{-8}	40	stille woonstraat – woonkamer – koelkast op 1 m
		10^{-9}	30	leeszaal bibliotheek – fluisterend gesprek – tikkend horloge
zachte zone	10^{-4}	10^{-10}	20	ruisende bladeren – zacht gefluister – omroepstudio
		10^{-11}	10	vallend blad – vrijwel volledige stilte
onhoorbare zone	$2 \cdot 10^{-5}$	10^{-12}	0	'gehoordrempel' – stilte voor het menselijk oor
	10^{-5}	10^{-13}	-10	

■ Gehoorgevoeligheid: zie tabel 27C.

Gemiddelde spanningstoename per graad temperatuurstijging, als één van de contactpunten 273 K is.

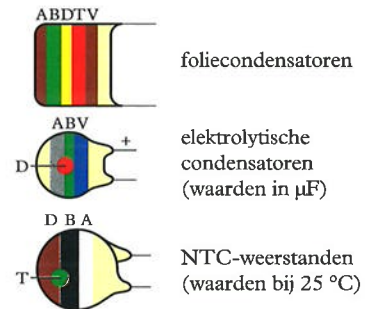
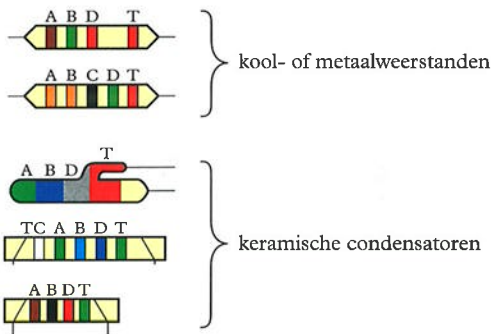
<i>thermokoppel</i>	<i>gemiddelde spanningstoename (seebeckcoëfficiënt)</i>	<i>temperatuurgebied, waarin geldig</i>	<i>temperatuurgebied, waarin thermokoppel bruikbaar</i>	<i>type</i>
	10^{-6} V K^{-1}	K	K	
chromel/alumel	41	273-1473	3-1645	K
koper/constantan	42	253- 373	3- 673	T
ijzer/constantan	55	253- 473	63-1473	J
platina/platina 10% rhodium	6	273- 353	223-2040	S

Elektrotechniek

17

Kleurcodes

A



TC = code voor temperatuurcoëfficiënt

V = code voor toelaatbare spanning

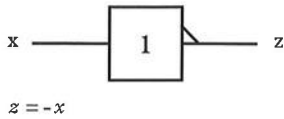
Twee naast elkaar gelegen ringen kunnen dezelfde kleur hebben: een twee keer zo brede ring.

A/B/C = 1e, 2e, 3e cijfer	D = $\cdot 10^n$	n =	T = tolerantie
zwart 0	zwart 0	0	bruin $\pm 1\%$
bruin 1	bruin 1	1	rood $\pm 2\%$
rood 2	rood 2	2	goud $\pm 5\%$
oranje 3	oranje 3	3	zilver $\pm 10\%$
geel 4	geel 4	4	geen kleur $\pm 20\%$
groen 5	groen 5	5	bruin $\pm 1\%$
blauw 6	blauw 6	6	rood $\pm 2\%$
violet 7	wit -1	-1	groen $\pm 5\%$
grijs 8	grijs -2	-2	wit $\pm 10\%$
wit 9	violet -3	-3	zwart $\pm 20\%$
	goud -1	-1	bruin $\pm 0,1 \text{ pF}$
	zilver -2	-2	rood $\pm 0,25 \text{ pF}$
			groen $\pm 0,5 \text{ pF}$
			wit $\pm 1 \text{ pF}$

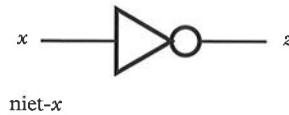
R en NTC

 $C > 10 \text{ pF}$ $C < 10 \text{ pF}$

Nederlandse norm
INVERTOR



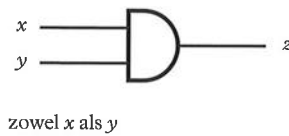
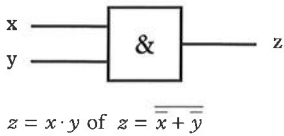
Amerikaanse norm



waarheidstabel

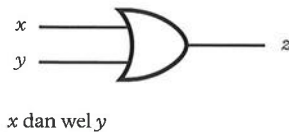
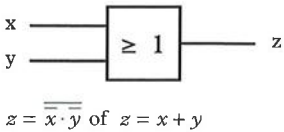
x	z
0	1
1	0

EN, AND



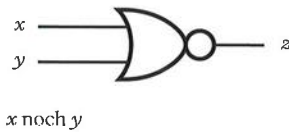
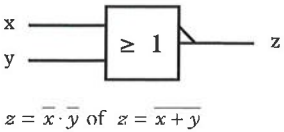
x	y	z
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

OF, OR



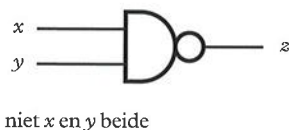
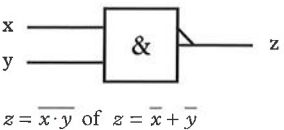
x	y	z
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

NOF, NOR



x	y	z
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

NEN, NAND

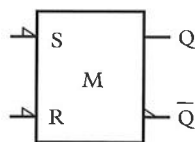


x	y	z
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

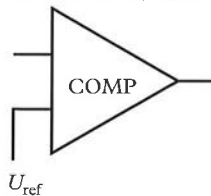
KLOK, CLK



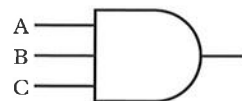
SET-RESET FLIPFLOP



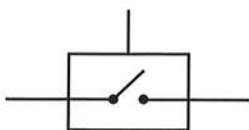
COMPARATOR, BUFFER



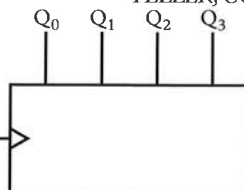
MULTIPLE INPUT AND

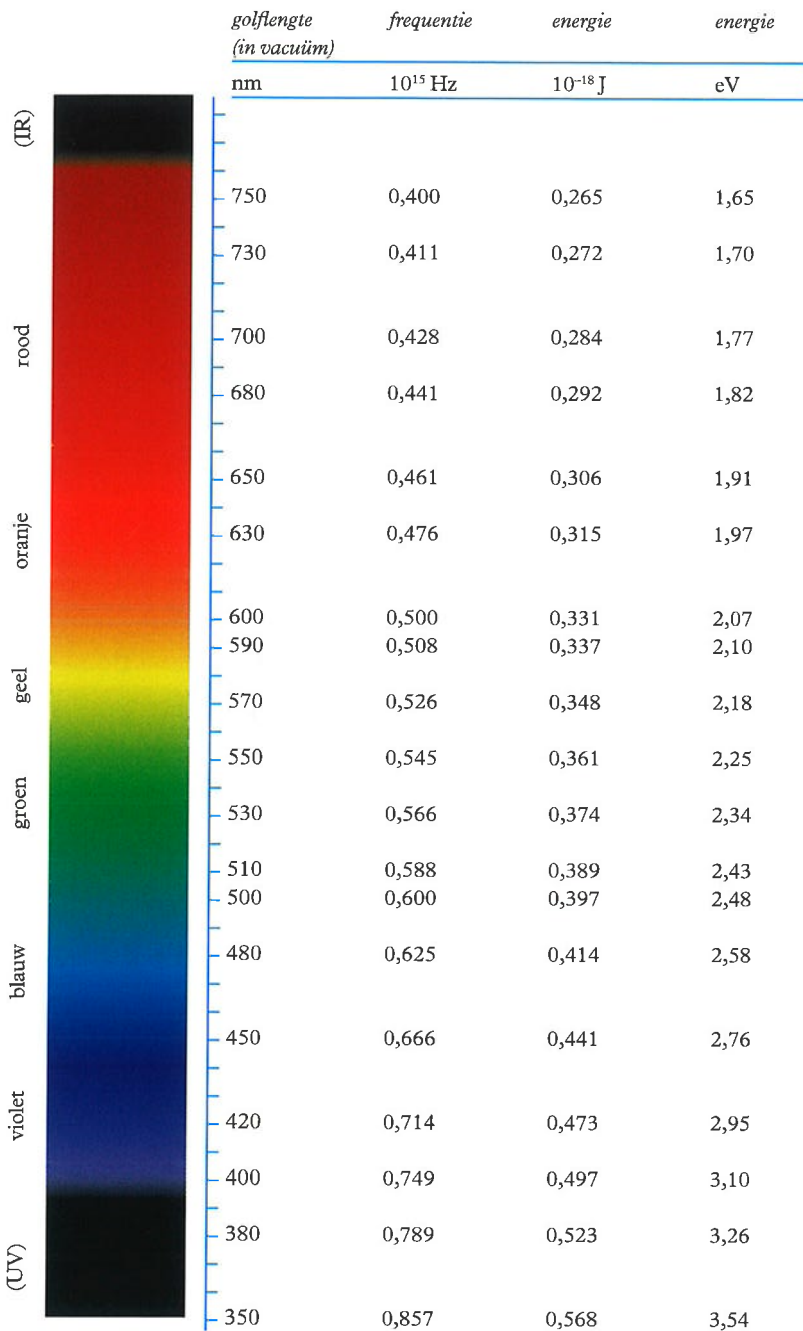


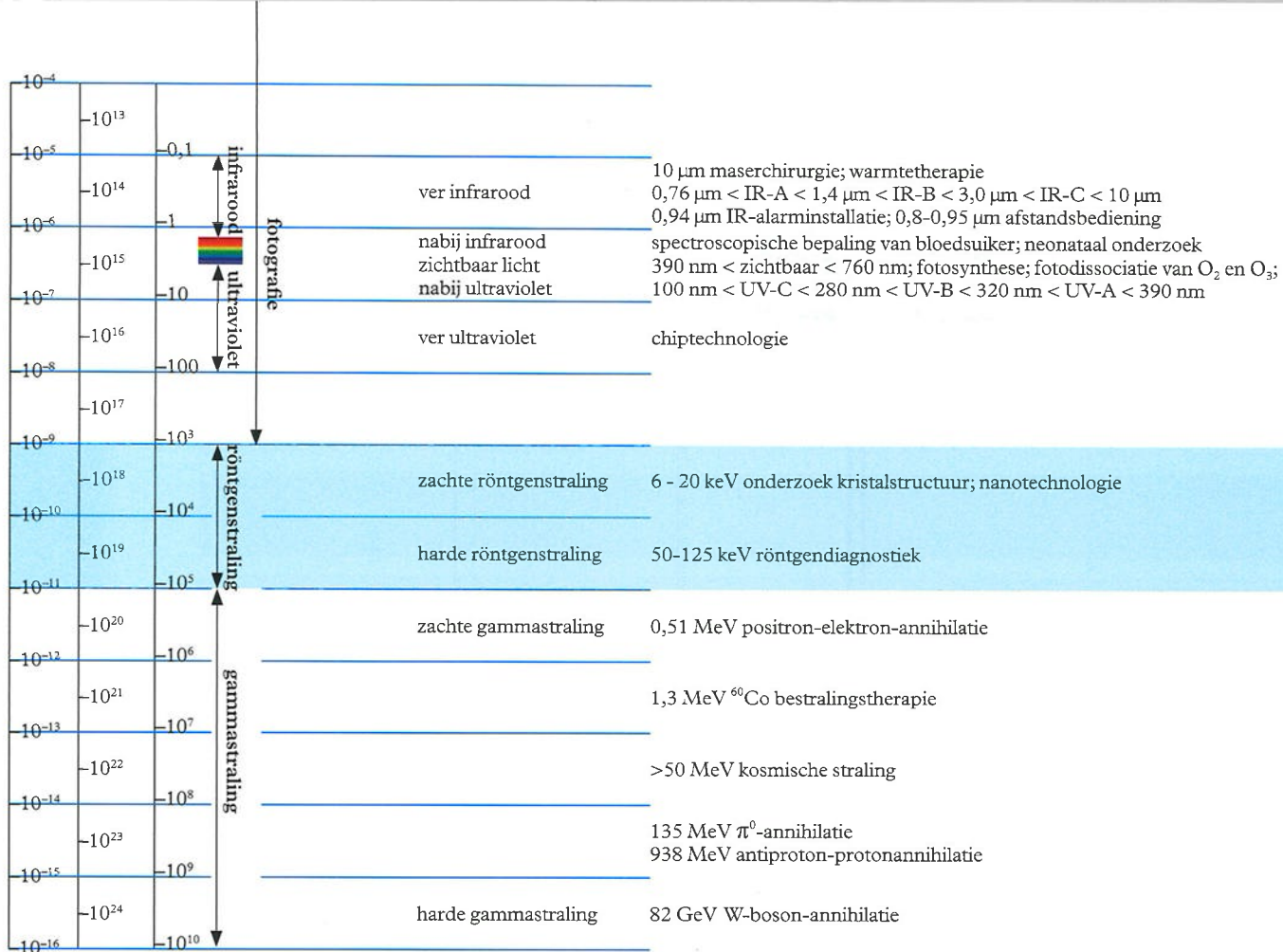
CMOS

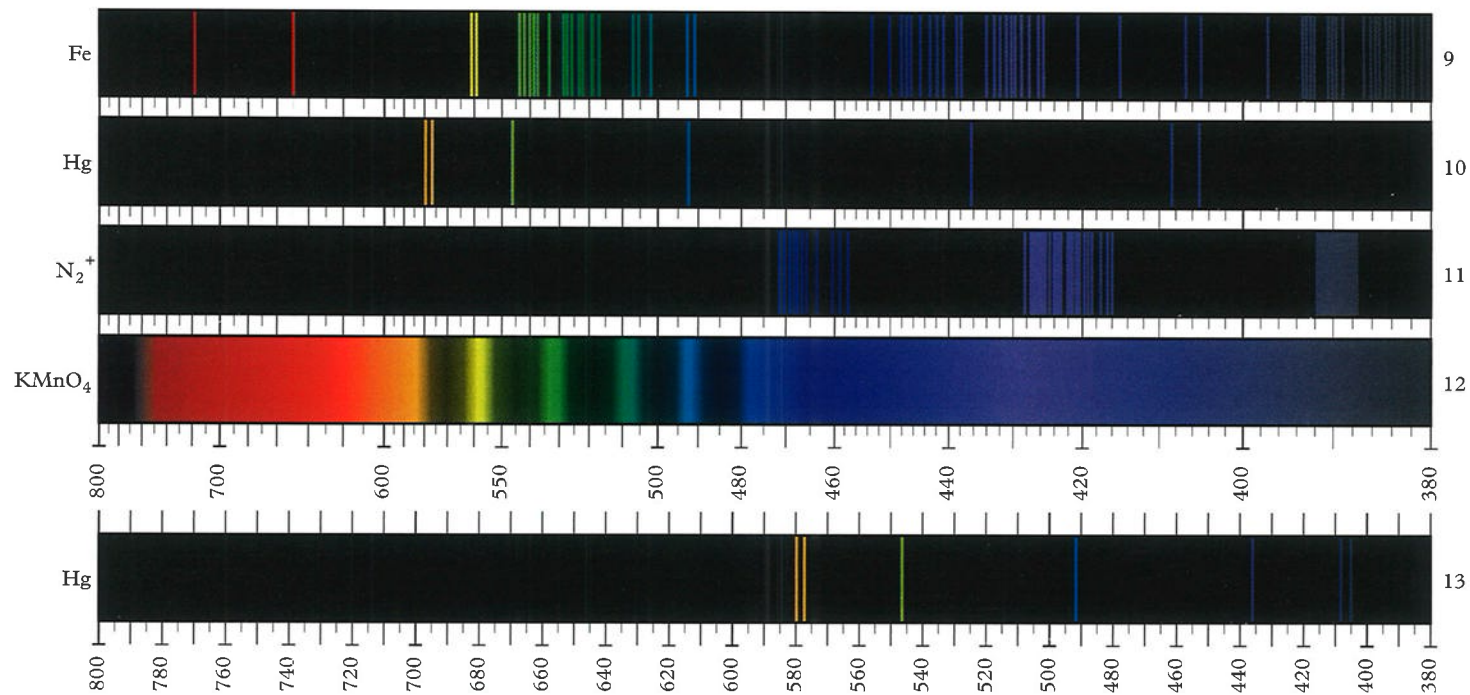


TELLER, COUNTER









De golflengten zijn aangegeven in nm.

1-12 spectra ontworpen met behulp van een prisma

13 spectrum ontworpen met behulp van een tralie

1 continu spectrum van een gloeiend voorwerp

2 zonnespectrum met fraunhoferlijnen

3-10 emissiespectra van enkele elementen

11 emissiebandenspectrum van N_2^+

12 absorptiebandenspectrum van KMnO_4

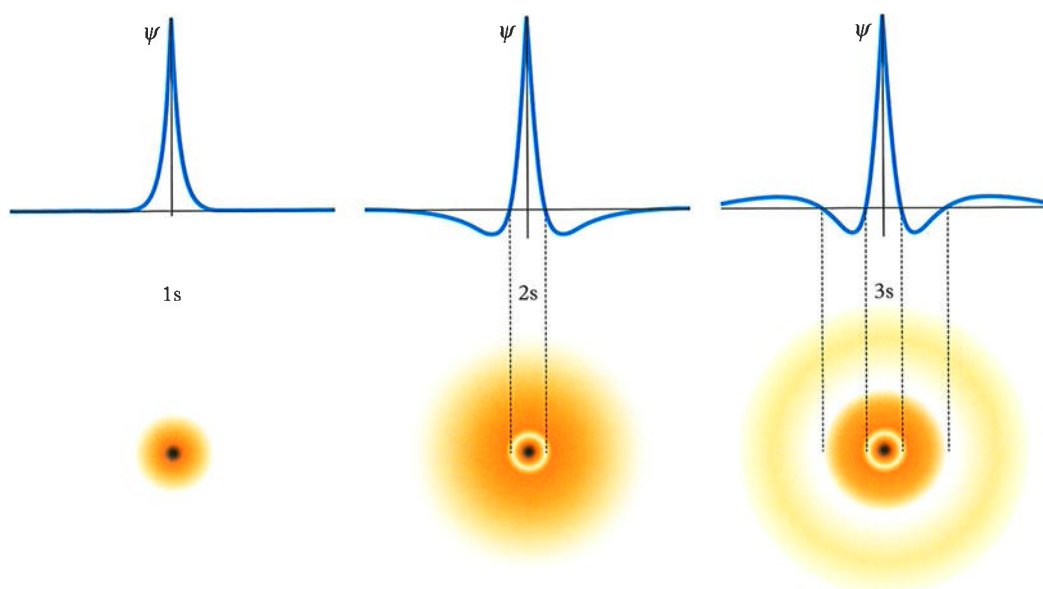
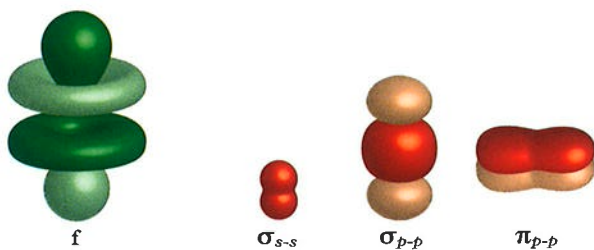
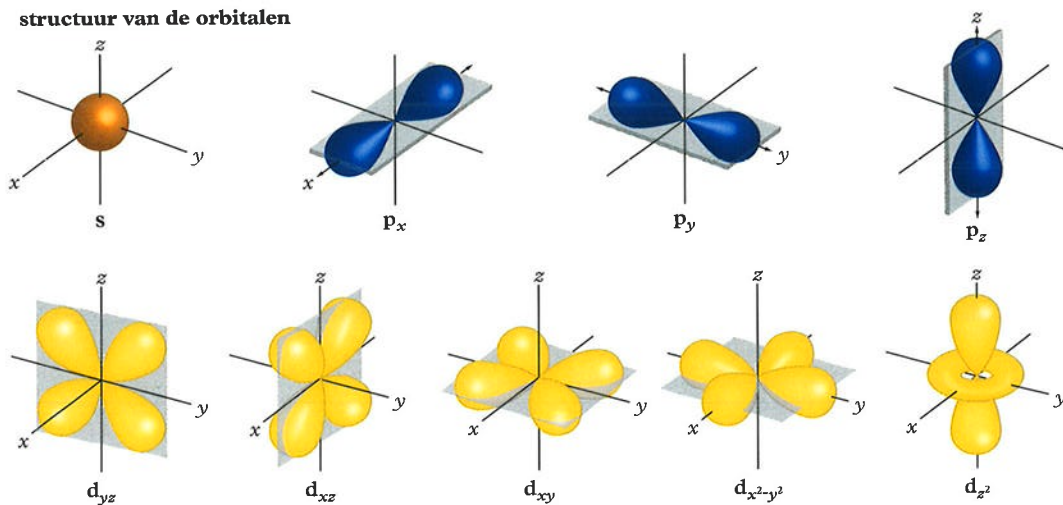
13 traliespectrum van kwikdamp

voor elektronen 1, 2, 3 ... in eV

Z	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 H	13,60											
2 He	24,59	54,40										
3 Li	5,39	75,64	122,4									
4 Be	9,32	18,21	153,9	217,7								
5 B	8,30	25,16	37,9	259,3	340							
6 C	11,26	24,38	47,9	64,5	392	490						
7 N	14,53	29,60	47,4	77,5	98	552	667					
8 O	13,62	35,12	54,9	77,4	114	138	739	871				
9 F	17,42	34,98	62,7	87,2	114	157	185	936	1102			
10 Ne	21,57	40,96	63,5	97,2	126	158	207	239	1195	1360		
11 Na	5,14	47,29	71,8	98,9	139	172	208	264	300	1465	1646	
12 Mg	7,65	15,04	78,2	109,3	141	187	225	266	328	367	1761	1959
13 Al	5,99	18,83	28,4	120,0	154	190	242	285	330	399	442	2071
14 Si	8,15	16,35	33,5	45,1	167	205	246	304	352	401	476	523
15 P	10,49	19,72	30,2	51,4	65	220	263	309	373	425	476	560
16 S	10,36	23,40	34,8	47,3	73	88	281	328	379	449	506	567
17 Cl	12,97	23,80	39,9	53,3	68	97	114	349	400	455	531	593
18 Ar	15,76	27,62	40,9	59,8	75	91	124	143	423	479	539	620
19 K	4,34	31,81	45,9	61,1	83	99	118	154	176	504	563	629
20 Ca	6,11	11,87	51,2	67,3	84	109	128	143	188	211	592	657
36 Kr	14,00	24,56	36,9	52,5	65	79	111	126	234	300	▶	
37 Rb	4,18	27,50	40	52,6	71	84	99	136	150	277		
38 Sr	5,70	11,03	43,6	57,1	72	91	106	122	162	177	324	
54 Xe	12,13	21,21	32,1	45	57	89	102	126	218	238	▶	
55 Cs	3,89	25,10	34,6	46	62	74	108	122	150	256		
56 Ba	5,21	10,00	37	49	62	80	93	127	144	158		
80 Hg	10,44	18,76	34,2	46	61	77	94	120	139	159	▶	
86 Rn	10,75	21,4	29,4	44	55	67	97	111	166	190	▶	

▶ berekende waarden

plasma	elektronen- dichtheid	elektronen- temperatuur	toepassing
	m^{-3}	$\text{eV } k_B^{-1}$	
zon (inwendig)	$5 \cdot 10^{31}$	$1,5 \cdot 10^3$	
zon (oppervlak)	10^{21}	0,6	
tokamak	10^{20}	10^4	energie-onderzoek
hogedruk-lamp	10^{22}	0,6	stadionverlichting
lasboog	10^{23}	1	lassen
lagedruk-lamp	$3 \cdot 10^{17}$	1 - 3	TL-, spaarlamp
He-Ne-laser	10^{17}	3	practicum, bouwmeten, landmeten
gasvlam	10^{17}	0,1	eten koken

bolsymmetrische golfuncties met bijbehorende waarschijnlijkheidsverdeling

structuur van de orbitalen


■ Covalente σ -, π -bindingen door overlapping van orbitalen.

atoom- nummer	symbool	massagetal	relatieve atoommassa	voorkomen (in de natuur)	halveringstijd	verval en energie van het deeltje ¹
			u	%	s/min/h/d/y	MeV
0	n	1	1,008 665		10,2 min	β^- en p^+
1	H	1	1,007 825	99,989	$> 7 \cdot 10^{30}$ y	
		2	2,014 102	0,011	—	—
		3	3,016 049		12,3 y	β^- 0,018
2	He	3	3,016 029	0,00014	—	—
		4	4,002 603	100	—	—
		6	6,018 889		0,807 s	β^- 3,5
3	Li	6	6,015 122	7,59	—	—
		7	7,016 004	92,41	—	—
		8	8,022 486		0,838 s	β^- 12,0
4	Be	7	7,016 929		54 d	γ , K-vangst ²
		8	8,005 305		10^{-16} s	2 α
		9	9,012 182	100	—	—
		10	10,013 534		$1,5 \cdot 10^6$ y	β^- 0,555
5	B	8	8,024 607		0,770 s	β^+ 14
		10	10,012 937	19,9	—	—
		11	11,009 305	80,1	—	—
		12	12,014 352		0,020 s	β^- 13,4, γ
6	C	10	10,016 853		19,2 s	β^+ 2,2
		11	11,011 433		20,4 min	β^+ 0,95, K-vangst
		12	12,000 000 ³	98,93	—	—
		13	13,003 354	1,07	—	—
		14	14,003 242		5730 y	β^- 0,156
7	N	12	12,018 61		0,0110 s	β^+ 16,6
		13	13,005 74		9,97 min	β^+ 0,92
		14	14,003 07	99,63	—	—
		15	15,000 11	0,37	—	—
		16	16,006 10		7,13 s	β^- 10,0, γ
		15	15,003 07		122 s	β^+ 1,7
8	O	16	15,994 91	99,76	—	—
		17	16,999 13	0,038	—	—
		18	17,999 16	0,20	—	—
		19	19,003 58		26,9 s	β^- 3,0, γ
		19	18,998 40	100	—	—
10	Ne	20	19,992 44	90,48	—	—
		21	20,993 84	0,27	—	—
		22	21,991 38	9,25	—	—
		24	23,993 61		3,38 min	β^- 1,4, γ
11	Na	22	21,994 44		2,6 y	β^+ 1,8, γ
		23	22,989 77	100	—	—
		24	23,990 96		14,96 h	β^- 1,39, γ
12	Mg	22	21,999 57		3,9 s	β^+ 4,8, K-vangst
		24	23,985 04	78,99	—	—
		25	24,985 84	10,00	—	—
		26	25,982 59	11,01	—	—
		28	27,983 88		20,9 h	β^- 0,460
		26	25,986 89		$7,17 \cdot 10^7$ y	β^+ 2,99
13	Al	27	26,981 54	100	—	—
		28	27,981 91		2,4 min	β^- 3,0, γ
		28	27,976 93	92,23	—	—
14	Si	29	28,976 49	4,68	—	—

atoom- nummer	symbool	massagetal	relatieve atoommassa	voorkomen (in de natuur)	halveringstijd	verval en energie van het deeltje ¹
			u	%	s/min/h/d/y	MeV
27	Co	56	55,939 84		77 d	β^+ 1,5, γ , K-vangst
		57	56,936 30		272 d	K-vangst, γ
		58	57,935 76		70,9 d	β^+ 0,58, γ , K-vangst
		59	58,933 20	100	—	—
		60	59,933 82		5,27 y	β^- 0,315 (0,12% 1,48), γ
28	Ni	58	57,935 35	68,1	—	—
		60	59,930 79	26,2	—	—
		61	60,931 06	1,1	—	—
		62	61,928 35	3,6	—	—
		63	62,929 67		100 y	β^- 0,062
		64	63,927 97	0,9	—	—
		65	64,930 09		2,5 h	β^- 2,10, γ
29	Cu	63	62,929 60	69,17	—	—
		64	63,929 77		12,7 h	β^- 0,573, β^+ , K-vangst
		65	64,927 79	30,83	—	—
30	Zn	64	63,929 15	48,6	—	—
		65	64,929 25		244 d	β^+ 0,33, K-vangst, γ
		66	65,926 03	27,9	—	—
		67	66,927 13	4,1	—	—
		68	67,924 85	18,8	—	—
		69	68,926 55		56 min	β^- 0,90
		70	69,925 33	0,6	—	—
31	Ga	67	66,928 21		3,26 d	K-vangst, γ
		69	68,925 58	60,1	—	—
		71	70,924 70	39,9	—	—
		72	71,926 37		14,1 h	β^- 3,16
32	Ge	74	73,921 18	35,94	—	—
33	As	74	73,923 83		18 d	β^- 1,4, β^+ 0,94, γ
		75	74,921 59	100	—	—
		76	75,922 39		1,08 d	β^- 2,97
		77	76,920 65		40 h	β^- 0,68
34	Se	80	79,916 52	49,6	—	—
35	Br	79	78,918 34	50,7	—	—
		80	79,918 53		17,7 min	β^- 2,0, β^+
		81	80,916 29	49,3	—	—
		82	81,916 81		35,3 h	β^- 0,465, γ
		87	86,920 34		55 s	β^- 8,0, γ
36	Kr	80	79,916 38	2,25	—	—
		81	80,916 59		$2,3 \cdot 10^5$ y	K-vangst
		81m ²⁺	80,916 81		13 s	γ
		82	81,913 48	11,6	—	—
		83	82,914 14	11,5	—	—
		84	83,911 51	57,0	—	—
		85	84,912 53		10,7 y	β^- 0,85, γ
		86	85,910 62	17,3	—	—
		87	86,913 36		76,3 min	β^- 3,8, γ
		89	88,916 76		3,2 min	β^- 4,0
37	Rb	81	80,919 00		4,6 h	β^- 1,05, K-vangst, γ
		85	84,911 79	72,2	—	—
		86	85,911 17		18,6 d	β^- 1,77, γ
		87	86,909 19	27,8	$4,8 \cdot 10^{10}$ y	β^- 0,274

atoom- nummer	symbool	massagetal	relatieve atoommassa	voorkomen (in de natuur)	halveringstijd	verval en energie van het deeltje ¹
			u	%	s/min/h/d/y	MeV
56 (vervolg)	Ba	137	136,905 81	11,2	–	–
		137m ²⁴	136,906 52		2,6 min	γ
		138	137,905 23	71,7	–	–
		140	139,910 60		12,8 d	β ⁻ 1,02, γ
		144	143,922 67		11,9 s	β ⁻
57	La	138	137,907 11	0,09	1,1 · 10 ¹¹ y	β ⁻ 0,21, K-vangst
		140	139,909 47		1,7 d	β ⁻ 1,35, γ
58	Ce	139	138,906 65		138 d	K-vangst, γ
		140	139,905 43	88,5	–	–
		141	140,908 22		32 d	β ⁻ 0,56, γ
		142	141,909 25	11,1	5 · 10 ¹⁶ y	–
59	Pr	141	140,907 65	100	–	–
60	Nd	142	141,907 72	27,2	–	–
61	Pm	145	144,912 74		17,7 y	α, K-vangst
62	Sm	147	146,914 91	15,0	17,7 y	α 2,1, β ⁻ 0,210, γ
63	Eu	152	151,921 74		13,5 y	β ⁻ , K-vangst
64	Gd	158	157,924 02	24,8	–	–
65	Tb	158	157,925 41		180 y	β ⁻ , K-vangst
66	Dy	154	153,924 42		3 · 10 ⁶ y	α
67	Ho	163	162,928 73		4570 y	K-vangst
68	Er	169	168,934 59		9,40 d	β ⁻
69	Tm	171	170,936 43		1,92 y	β ⁻
70	Yb	169	168,935 19		32,03 d	K-vangst
71	Lu	176	175,942 68	2,6	2,2 · 10 ¹⁰ y	β ⁻ 0,430, γ
72	Hf	180	179,946 55	35,1	–	–
		181	180,949 10		43 d	β ⁻ 0,41, γ
73	Ta	181	180,947 99	99,99	–	–
		182	181,950 15		115 d	β ⁻ 0,53, γ
74	W	184	183,950 93	30,7	–	–
		185	184,953 42		74 d	β ⁻ 0,43, γ
		186	185,954 36	28,6	–	–
75	Re	183	182,950 82		70 d	K-vangst
76	Os	194	193,965 18		6,0 y	β ⁻
77	Ir	191	190,960 58	37,3	–	–
		192	191,962 60		74 d	β ⁻ , β ⁺ , γ
		193	192,962 92	62,7	–	–
78	Pt	195	194,964 77	33,8	–	–
79	Au	192	191,964 62		4,0 h	β ⁻ 1,9, K-vangst, γ
		197	196,966 54	100	–	–
80	Hg	202	201,970 62	29,9	–	–
		203	202,972 88		46,5 d	β ⁻ 0,208, γ
		204	203,973 47	6,9	–	–
		205	204,976 21		5,5 min	β ⁻ 1,75
81	Tl	203	202,972 32	29,5	–	–
		204	203,973 85		2,7 y	β ⁻ 0,76, K-vangst
		205	204,974 40	70,5	–	–
		206	205,976 10		4,2 min	β ⁻ 1,8
		207	206,977 45		4,76 min	β ⁻ 1,47, γ
		208	207,982 01		3,1 min	β ⁻ 1,82, γ
		209	208,985 30		2,2 min	β ⁻ 1,8
		210	209,990 05		1,32 min	β ⁻ 1,80

atoom- nummer	symbool	massagetal	relatieve atoommassa	voorkomen (in de natuur)	halveringstijd	verval en energie van het deeltje ¹
			u	%	s/min/h/d/y	MeV
91	Pa	231	231,035 88		$3,25 \cdot 10^4$ y	α 4,66
		233	233,040 24		27,0 d	β^- 0,53
		234	234,043 30		6,69 h	β^- 2,2
92	U	233	233,039 63		$1,6 \cdot 10^5$ y	α 4,83, β^- , K-vangst, γ
		234	234,040 95	0,006	$2,5 \cdot 10^5$ y	α 4,76
		235 ⁶	235,043 92	0,72	$7,04 \cdot 10^8$ y	α 4,52
		236	236,045 56		$2,34 \cdot 10^7$ y	α 4,49, γ
		238 ⁷	238,050 78	99,274	$4,46 \cdot 10^9$ y	α 4,18, γ
93	Np	237	237,048 17		$2,14 \cdot 10^6$ y	α 4,77, γ
		239	239,052 93		2,4 d	β^- 0,57, γ
94	Pu	239	239,052 16		$2,4 \cdot 10^4$ y	α 5,2, γ
		240	240,053 81		6561 y	α 5,1
		241 ⁸	241,056 84		14 y	α 4,91, β^-
		244	244,064 20		$8,2 \cdot 10^7$ y	α 4,7
95	Am	241	241,056 82		432 y	α 5,6, γ
		243	243,061 38		$7,4 \cdot 10^3$ y	α 5,4, γ
96	Cm	245	245,065 5		$8,5 \cdot 10^3$ y	α 5,6, γ
		247	247,070 4		$1,6 \cdot 10^7$ y	α 5,4, γ
97	Bk	247	247,070 3		1400 y	α 5,9
98	Cf	251	251,079 6		898 y	α 6,2
99	Es	252	252,082 9		1,29 y	α , β^- , K-vangst,
100	Fm	249	249,078 9		3 min	α 7,5, K-vangst
		257	257,095 1		100 d	α 6,5, γ
101	Md	255	255,091 1		27 min	α 7,30, K-vangst
		257	257,095 5		5,5 h	K-vangst, α 7,2
102	No	259	259,100 9		58 min	α , K-vangst
103	Lr	257	257,099 6		0,7 s	α 8,6, K-vangst
104	Rf	259	259,105 5		3 s	α 9,2
		260	260,106 3		$20 \cdot 10^{-3}$ s	splijting
105	Db	260	260,111 4		1,5 s	α 9,1
		262	262,113 8		34 s	α 8,5, splijting
106	Sg	259	259,114 7		0,5 s	α 9,6, splijting
		263	263,118 2		0,8 s	α 9,1, splijting
107	Bh	261	261,121 8		$12 \cdot 10^{-3}$ s	α 10,4, splijting
108	Hs	267	267,131 8		$60 \cdot 10^{-3}$ s	α 9,8
109	Mt	268	268,138 8		0,07 s	α 10
110	Ds	271	271,146 1		0,06 s	α
111	Rg	272	272,153 6		$1,5 \cdot 10^{-3}$ s	α
112	Cn	277	277,164 0		$0,24 \cdot 10^{-3}$ s	α
113	Nh	286			9,5 s	α
114	Fl	290			19 s	α
115	Mc	290			0,65 s	α
116	Lv	293			0,05 s	α
117	Ts	293			0,05 s	α
118	Og	294			$0,6 \cdot 10^{-3}$ s	α

■ Blauwe achtergrond betekent: van dit element zijn niet alle in de natuur voorkomende isotopen in de tabel opgenomen.

1 ► De opgegeven energie bij het β^- of β^+ -verval is de maximale energie.

2 ► K-vangst heet in de Engelstalige literatuur EC, Electron Capture.

Het elektron dat wordt ingevangen is meestal uit de K-schil afkomstig.

3 ► per definitie

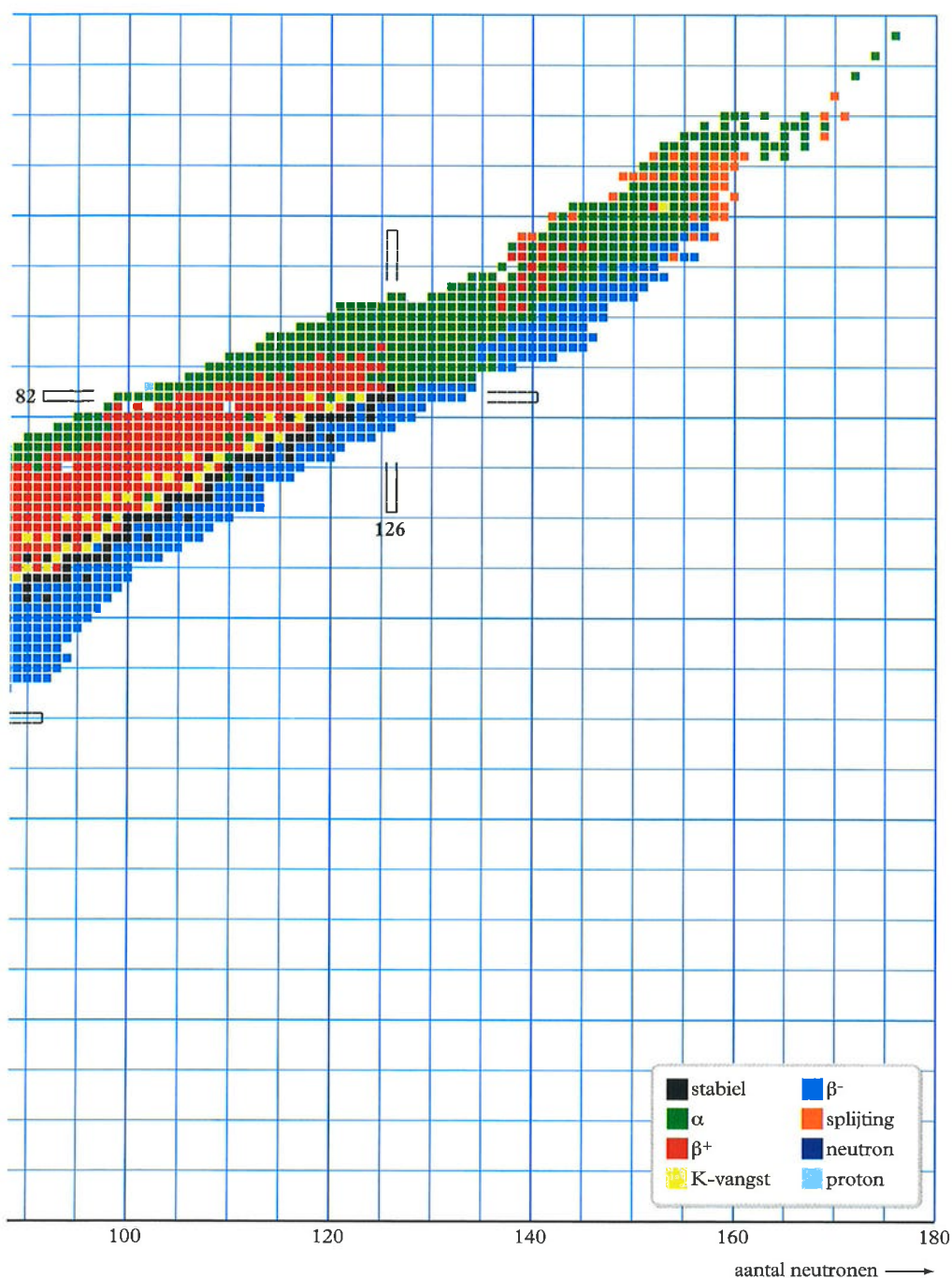
4 ► m betekent: isomeer

5 ► thoriumreeks

6 ► actiniumreeks

7 ► uraanreeks

8 ► neptuniumreeks



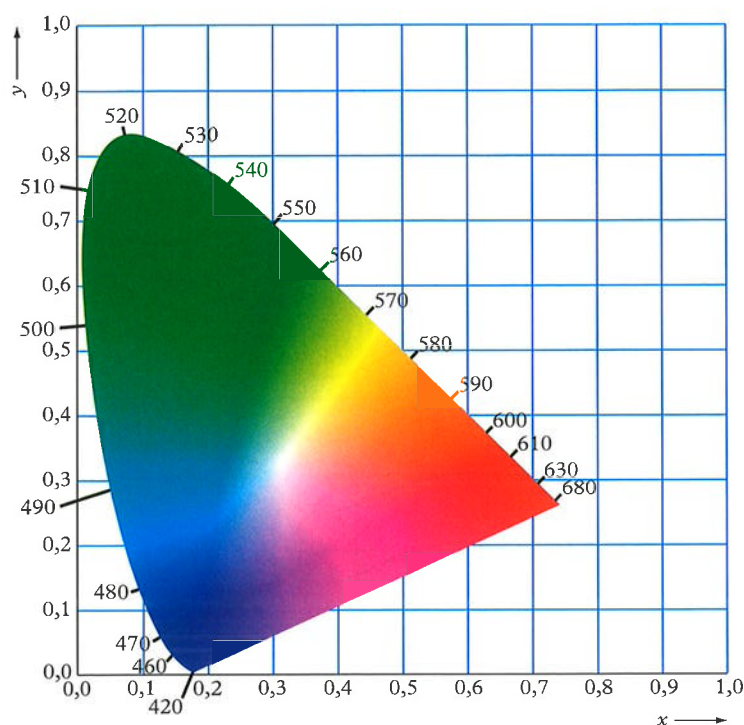
mesonen (voorbeelden; heeltallige spin: bosonen)

naam	symbool	samenstelling	massa MeV c ⁻²	lading e	gemiddelde levensduur s	mogelijk verval		
pion	π^+	$u\bar{d}$	139,57	+1	$2,6 \cdot 10^{-8}$	$\mu^+ + \nu_\mu$		
	π^0	$u\bar{u} / d\bar{d}$	134,98	0	$8,5 \cdot 10^{-17}$	2γ	$\gamma + e^+ + e^-$	
kaon	K^+	$u\bar{s}$	493,68	+1	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$\mu^+ + \nu_\mu$	$\pi^+ + \pi^0$	$\pi^+ + \pi^+ + \pi^-$
	K^0	$d\bar{s}$	497,61	0		50 % K_1^0 , 50 % K_2^0		
	K_1^0	$d\bar{s} / s\bar{d}$	498	0	$8,95 \cdot 10^{-11}$	$\pi^+ + \pi^-$	$\pi^0 + \pi^0$	
	K_2^0	$d\bar{s} / s\bar{d}$	498	0	$5,12 \cdot 10^{-8}$	$3\pi^0$	$\pi^+ + \pi^- + \pi^0$	$\pi^+ + \mu^- + \bar{\nu}_\mu$
η -meson	η_c	$c\bar{c}$	2981	0	$2,2 \cdot 10^{-23}$	$\eta + \pi^+ + \pi^-$	$K + \bar{K} + \eta$	$3(\pi^+ + \pi^-)$
J/ψ -meson	J/ψ	$c\bar{c}$	3096,92	0	$7,1 \cdot 10^{-21}$	$\pi(\pi^+ + \pi^-) + \pi^0$	$K + \bar{K} + \pi$	$e^+ + e^- \mu^+ + \mu^-$
D-meson	D^+	$c\bar{d}$	1869,5	+1	$1,0 \cdot 10^{-12}$	$K^0 + \pi^0 + \pi^+$	$K^- + \pi^+ + \pi^+$	
	D^0	$u\bar{c}$ of $c\bar{u}$	1864,8	0	$4,1 \cdot 10^{-13}$	$K^- + \pi^+ + \pi^0$		
	D_s^+	$c\bar{s}$	1968,5	+1	$5,0 \cdot 10^{-13}$	$K^+ + K^- + \pi^+$		
	D_s^{*+}	$c\bar{s}$	2112,3	+1		$D_s^+ + \gamma$	$D_s^+ + \pi^0$	
B-meson	B^+	$u\bar{b}$	5279	+1	$1,6 \cdot 10^{-12}$	$e^+ + \nu_e$		
	B^0	$d\bar{b}$	5279,5	0	$1,5 \cdot 10^{-12}$			
	B_s^0	$s\bar{b}$	5366,8	0	$1,5 \cdot 10^{-12}$			

baryonen (voorbeelden; halftallige spin: fermionen)

naam	symbool	samenstelling	massa MeV c ⁻²	lading e	gemiddelde levensduur s	mogelijk verval		
proton	p^+	uud	938,272	+1	$> 1,8 \cdot 10^{37}$			
neutron	n	udd	939,565	0	882	$p^+ + \pi^-$	$p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$	
labda	Λ^0	uds	1115,68	0	$2,6 \cdot 10^{-10}$	$p^+ + \pi^-$	$n + \pi^0$	
sigma	Σ^+	uus	1189,37	+1	$8,0 \cdot 10^{-11}$	$p^+ + \pi^0$	$n + \pi^+$	
	Σ^0	uds	1192,64	0	$7,4 \cdot 10^{-20}$	$\Lambda^0 + \gamma$		
	Σ^-	dds	1197,45	-1	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$n + \pi^-$		
xi	Ξ^0	uss	1314,9	0	$2,9 \cdot 10^{-10}$	$\Lambda^0 + \pi^0$		
	Ξ^-	dss	1321,7	-1	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$\Lambda^0 + \pi^-$		
omega	Ω^-	sss	1672,5	-1	$8,2 \cdot 10^{-11}$	$\Lambda^0 + K^-$	$\Xi^0 + \pi^-$	$\Xi^- + \pi^0$
labda-c	Λ_c^+	udc	2286,5	+1	$2,0 \cdot 10^{-14}$	$p^+ + K^0$	$p^+ + K^- + \pi^+$	$p^+ + K^0 + \pi^0$
xi-cc	Ξ_{cc}^{++}	dcc	3621,6	+2	$2,6 \cdot 10^{-13}$	$\Lambda_c^+ + K^- + 2\pi^+$		$p^+ + K^- + 2\pi^+$
labda-b	Λ_b^0	udb	5620,2	0	$1,4 \cdot 10^{-12}$	$p^+ + D^0 + \pi^-$	$\Lambda_c^+ + \pi^-$	$\Lambda_c^+ + \pi^+ + 2\pi^-$
sigma-b	Σ_b^+	uub	5807,8	+1	$\approx 10^{-15}$	$\Lambda_b^0 + \pi^+$		
	Σ_b^-	ddb	5815,2	-1	$\approx 10^{-15}$	$\Lambda_b^0 + \pi^-$		

► Zie tabel 7B.



In het kleurendiagram van de CIE (1931) is de x -coördinaat een maat voor de gevoeligheid van de rode kegeltjes en de y voor de helderheid.

	x	y
wolframlamp van 2856 K	0,4476	0,4074
wit, standaardlichtbron D65 (6504 K)	0,3127	0,3290

Huid en ultraviolet, verblijftijd in de zon

B

	1	2	3	4	5	6
huidtype (volgens Fitzpatrick)	zeer bleek	bleek	licht getint	getint	donker getint	donker of zwart
bruinen	niet	moeilijk	gemakkelijk	heel goed	intensief	-
verbranden	altijd	snel	minder snel	bijna nooit	zeer zelden	nooit
zonkrachtgetal	60	100	200	300	300	

UV-index, sterkte van de 'zonkracht' omschrijving ('zonkracht') maximale verblijftijd in de zon, onbeschermd per huidtype (advies)

0	geen	onbeperkt	onbeperkt	onbeperkt	onbeperkt
1 - 2	vrijwel geen	60 - 30	100 - 50	200 - 100	300 - 150
3 - 4	zwak	20 - 15	35 - 25	70 - 50	100 - 75
5 - 6	matig	≈ 10	≈ 20	≈ 35	≈ 50
7 - 8	sterk	≈ 8	≈ 13	≈ 25	≈ 40
9 - 10 ¹	zeer sterk	≈ 6	≈ 10	≈ 20	≈ 30
15 of hoger ²		< 4	< 7	< 14	< 20

1 ► maximale waarde in Nederland 2 ► waarden voorkomend aan de evenaar of in de bergen

	<i>acute orgaandosis</i>	<i>effect</i>	<i>effectieve totale lichaamsdosis</i>	<i>effect</i>
	Gy		mSv	
rood beenmerg	0,5	verminderde bloedvorming	100	tijdelijke afname van witte bloedcellen
gonaden	2	fatale aplasie	200	man: remming vorming geslachtscellen
	0,15	tijdelijke steriliteit (mannen)		vrouw: storing orgaanvorming embryo
	3	blijvende steriliteit (mannen)	1000	erytheem huid - groeistoring skelet (kind)
	2,5	blijvende steriliteit (vrouwen)		
ooglenzen	2	lenstroeubeling	2000	stralingsziekte - infecties (afname witte bloedcellen)
	6	cataract		bloedingen (afname rode bloedcellen)
huid (lokaal)	5	haaruitval		ernstige ziekte - LD 50/60 ²
	6	erytheem	4000	
	10	droge epidermis	10000	sterfte LD 100/60 ² - darmsyndroom
	30	necrose	50000	acute sterfte - zenuwsyndroom
botweefsel kind	1	groeistoornis		
		scoliose/exostose		
botweefsel volwassene	30	necrose		

1 ► Drempelwaarden voor deterministische (acute) effecten.

2 ► LD 50/60 betekent: letale dosis (dodelijke dosis) voor 50% van de gevallen binnen 60 dagen.

Stralingsbeschermingsnormen

2

Dosislimieten in millisievert per jaar¹

	<i>effectieve totale lichaamsdosis</i>	<i>ogen</i>	<i>ledematen, huid</i>
individuele leden van de bevolking	1	15	50
beroepshalve, vanaf 18 jaar ²	20	150	500
beroepsopleiding, vanaf 18 jaar ²	20	150	500
beroepsopleiding, 16 - 18 jaar ²	6	50	150

■ De in de tabel genoemde getalwaarden zijn volgens de Nederlandse wetgeving van kracht vanaf 1 maart 2002.

1 ► De individuele dosislimiet geldt in aanvulling op het voorschrift dat de blootstelling aan straling altijd zo laag moet zijn als redelijkerwijs haalbaar (ALARA-principe: as low as reasonably achievable). De dosislimieten hebben geen betrekking op:

- blootstelling die het gevolg is van natuurlijke stralingsbronnen in de normale leefomgeving;
- blootstelling die men ondervindt als patiënt bij medisch-radiologische toepassingen;
- blootstelling van mensen ten gevolge van radiologische ongevallen.

2 ► Bij vrouwen geldt in geval van zwangerschap de aanvullende eis dat de dosis voor het ongeboren kind niet meer dan 1 millisievert mag bedragen. In feite wordt het ongeboren kind beschouwd als een individueel lid van de bevolking.

Weegfactoren

3

<i>organen en weefsels</i>	<i>factor</i>	<i>stralingssoort</i>	<i>factor</i>
huid, botoppervlak	0,01	elektronen (β^-), fotonen (γ)	1
blaas, borst, lever, slokdarm, schildklier, nieren, bijnieren, hersenen, bovenste deel dikke darm, dunne darm, alveesklier, milt, thymus, spieren, baarmoeder	0,05	protonen > 2 MeV	2 - 5
rode beenmerg, dikke darm, long, maag	0,12	neutronen < 10 keV en > 20 MeV	5
testikels, eierstokken	0,20	neutronen 10 keV tot 100 keV en 2 MeV tot 20 MeV	10
hele lichaam (per definitie)	1	neutronen 100 keV tot 2 MeV, heliumkernen (α) 20	
		vervalproducten, zware kernen	

Gebruikelijke U -waarden van bouwelementen (constructies)

D

	$W m^{-2} K^{-1}$		$W m^{-2} K^{-1}$
raam, enkel glas	5,7	partieel gevulde spouwmuur	
raam, dubbel glas, 8 mm spouw	3,5	• 30 mm PIR- of PUR-schuim	0,60
buitendeur, massief hout	3,5	• 60 mm PIR- of PUR-schuim	0,35
binnendeur, hout	2,8	• 30 mm PS-schuim	0,72
binnenmuur, halfsteens, kalkzand	7,1	• 60 mm PS-schuim	0,45
buitenmuur, halfsteens, kalkzand	12,5	• 30 mm minerale wol	0,79
binnenmuur, steens, kalkzand	3,8	• 60 mm minerale wol	0,50
buitenmuur, steens, kalkzand	6,2	pannendak, enkel houten beschot, 17 mm	4,5
binnenspouwmuur, tweemaal halfsteens, kalkzand	2,3	pannendak, dubbel houten beschot, 2 × 17 mm	2,0
buitenspouwmuur, tweemaal halfsteens, kalkzand	2,7	pannendak met isolatie, op dakbeschot	
binnenspouwmuur, half- en heelsteens, kalkzand	1,9	• 40 mm PIR- of PUR-schuim	0,60
buitenspouwmuur, half- en heelsteens, kalkzand	2,0	• 40 mm PS-schuim	0,73
massieve muur, aan buitenkant geïsoleerd		• 40 mm minerale wol	0,79
• 30 mm PIR- of PUR-schuim	0,67	pannendak met isolatie onder dakbeschot	
• 60 mm PIR- of PUR-schuim	0,38	• 40 mm PS-schuim	0,67
• 30 mm PS-schuim	0,84	• 40 mm minerale wol	0,75
• 60 mm PS-schuim	0,49	pannendak met isolatie en spouw	
		• 40 mm PS-schuim	0,61
		• 40 mm minerale wol	0,67

Warmtegeleidingscoëfficiënten van bouw- en isolatiematerialen

E

	$W m^{-1} K^{-1}$		$W m^{-1} K^{-1}$
gevelmetselwerk	1,00	glaswol en steenwol	0,04
(direct blootgesteld aan regen)		hardboard	0,08
ander baksteenmetselwerk	0,70	spaanplaat	0,17
metselwerk van kalkzandsteen	0,90	houtwolcementplaat	0,12
cellenbeton	0,20	kunststofschuim	0,023 - 0,055
gips	0,18		

Halveringsdikten

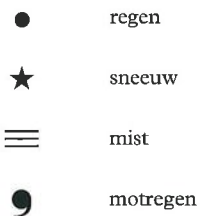
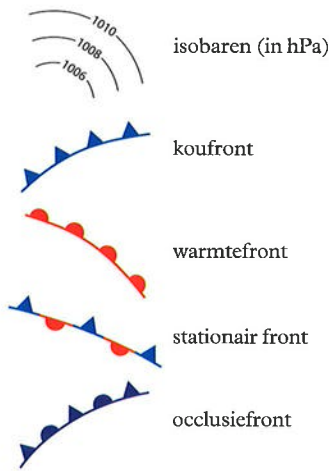
F

Halveringsdikte d_i in cm van enkele stoffen voor elektromagnetische straling (γ , röntgen) bij verschillende energie van het foton.

stof	E in MeV					
	0,05	0,1	1,0	2,0	5,0	10,0
lucht (p_0, T_0)	$2,8 \cdot 10^3$	$3,7 \cdot 10^3$	$9,1 \cdot 10^3$	$13,0 \cdot 10^3$	$20,8 \cdot 10^3$	$28,1 \cdot 10^3$
water	3,08	4,1	9,8	14,1	22,9	31,2
aluminium	0,70	1,51	4,2	6,0	9,0	11,1
beton	0,75	1,66	4,6	6,6	10,2	12,8
bot	1,08	2,07	5,6	7,9	12,6	16,6
ijzer	0,049	0,24	1,5	2,1	2,8	2,9
lood	0,0079	0,0106	0,86	1,34	1,44	1,23

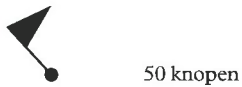
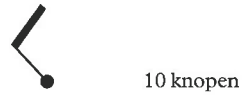
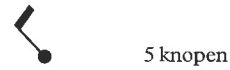
<i>sterkte</i> volgens Richter	<i>beschrijving - effecten</i>	<i>energie</i> J	<i>frequentie</i>
0 – 1,9	minuscuul - microbeving, onvoelbaar	$4 \cdot 10^6 - 4 \cdot 10^9$	8000 per dag
2,0 – 2,9	zeer licht - onvoelbaar maar wel te meten; vrijwel nooit schade	$4 \cdot 10^9 - 9 \cdot 10^{10}$	1000 per dag
3,0 – 3,9	licht - vaak voelbaar maar zelden schade; trillingen als van een voorbijrijdende vrachtwagen	$1 \cdot 10^{11} - 3 \cdot 10^{12}$	49000 per jaar
4,0 – 4,9	gemiddeld - voorwerpen in huis schudden; lichte schade mogelijk aan schoorstenen; kleine scheuren in wegdek of oude en zwakke gebouwen	$4 \cdot 10^{12} - 9 \cdot 10^{13}$	6200 per jaar
5,0 – 5,9	vrij krachtig - kan in kleine gebieden flinke schade aanrichten bij slecht gebouwde huizen; op zijn hoogst lichte schade aan stevige gebouwen	$1 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{15}$	800 per jaar
6,0 – 6,9	krachtig - matige tot zware schade aan veel gebouwen tot 150 km; grote scheuren in wegdek; paniek	$4 \cdot 10^{15} - 9 \cdot 10^{16}$	120 per jaar
7,0 – 7,9	zwaar - alleen sterke gebouwen blijven staan; grond kan helemaal openscheuren; grote schade in grotere gebieden; aan kusten grote vloedgolven (tsunami's) mogelijk	$1 \cdot 10^{17} - 3 \cdot 10^{18}$	18 per jaar
8,0 – 8,9	zeer zwaar - uitgebreide verwoesting in gebieden tot honderden kilometers groot; aan kusten catastrofale, tot 40 meter hoge vloedgolven (tsunami's) mogelijk	$4 \cdot 10^{18} - 9 \cdot 10^{19}$	1 per jaar
9,0 – 9,9	catastrofaal - mogelijk totale verwoesting over duizenden kilometers; rotsen en gebergtes kunnen scheuren	$> 10^{20}$	1 per 20 jaar
10,0 – 11,9	totaal catastrofaal - landen en eilanden veranderen van plaats; verandering van de rotatie of de omwentelingssnelheid van de aarde		
> 12,0	totale verwoesting - volledig catastrofale en zeer diep ingrijpende geografische veranderingen; gevaar voor alle levensvormen		

	<i>geografische breedte</i> °	<i>hoogte</i> m	<i>gravitatie- versnelling</i> $\text{N kg}^{-1} = \text{m s}^{-2}$
standaardwaarde			9,806 65
pool	90	0	9,832 17
Reykjavik	64,14	8	9,822 80
Roodeschool	53,40	0	9,813 6
Amsterdam (v.d. Waalslaboratorium UvA)	52,21	1,78	9,812 753 4
Vaals	50,76	322	9,811 0
Parijs (BIPM)	48,83	65,93	9,809 41
Algiers	36,75	346,7	9,799 12
Santiago de Cuba	19,97	0	9,786 41
evenaar	0	0	9,780 32
Quito	-0,02	2815	9,772 78
Rio de Janeiro	-22,93	28,98	9,788 05
Johannesburg	-26,19	1755	9,785 50



H hogedrukgebied

L lagedrukgebied

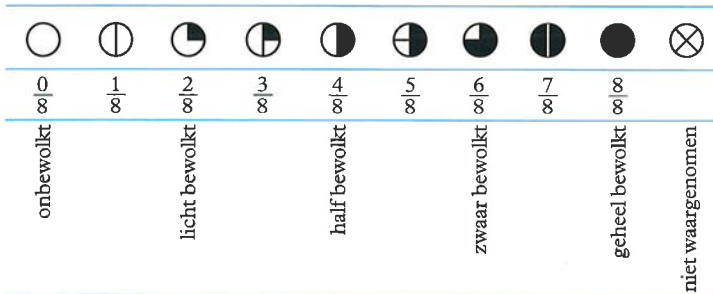


1 knoop = $0,51 \text{ m s}^{-1}$

De stok van de vlag geeft de windrichting aan.

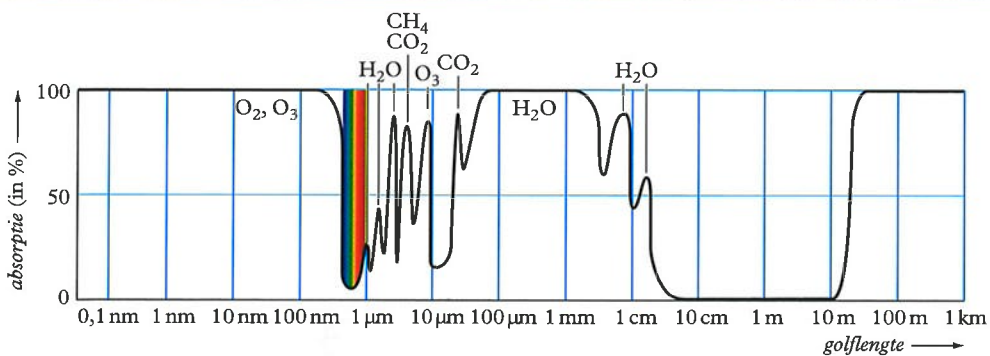


Bedeckingsgraad van de lucht :



Absorptie van elektromagnetische straling in de atmosfeer

E



naam	symbool	type	ontdekking	baansnelheid	omlooptijd	helling t.o.v. ecliptica	straal (equator)	massa	dichtheid	gravitatieversnelling aan het oppervlak	onsnappingsnelheid	siderische rotatieperiode	temperatuur	gasen in de atmosfeer gemiddelde oppervlakte-	aantal satellieten (maan en ringen)
				m	d, y	°	10 ⁶ m	10 ²⁴ kg	kg m ⁻³	m s ⁻²	10 ³ m s ⁻¹	d	K		
Mercurius	♿	planeet	oudheid	0,0579 · 10 ¹²	87,97 d	7,0	2,440	0,330	5430	3,7	4,2	58,65	440	He, H ₂	0
Venus	♀	planeet	oudheid	0,1082 · 10 ¹²	224,7 d	3,4	6,052	4,87	5240	8,87	10,4	-243 ⁵	737	CO ₂ , N ₂	0
Aarde	♁	planeet	oudheid	0,1496 · 10 ¹²	365,256 d	0,0	6,371 ³	5,972	5513	9,81	11,2	0,9973	288	N ₂ , O ₂ , Ar	1
Maan	☾	maan	oudheid	384,4 · 10 ⁶	27,32 d	5,2 ³	1,738	0,0735	3340	1,62	2,38	27,32	253	He, H ₂	-
Mars	♂	planeet	oudheid	0,228 · 10 ¹²	687,0 d	1,8	3,390	0,642	3930	3,7	5,0	1,026	208	CO ₂ , N ₂ , Ar	2
Phobos		maan	1877	9,37 · 10 ⁶	0,319 d	1,1 ³	0,011 ⁴	1,07 · 10 ⁻⁸	1900	0,0057	0,04	0,319	-	-	-
Deimos		maan	1877	23,5 · 10 ⁶	1,262 d	1,8 ³	0,006 ⁴	1,5 · 10 ⁻⁹	1470	0,003	0,07	1,26	-	-	-
Ceres	♁	dwerfplaneet	1801	0,414 · 10 ¹²	4,600 y	10,6	0,476	9,5 · 10 ⁻⁴	2090	0,28	6,7	0,38	168	-	-
Jupiter	♃	planeet	oudheid	0,7883 · 10 ¹²	11,86 y	1,3	69,91	1900	1330	24,9	60	0,413	163	H ₂ , He, CH ₄ , NH ₃	79+r
Io		maan	1610	421,8 · 10 ⁶	1,769 d	0,004 ³	1,822	0,089	3530	1,8	2,38	1,77	118	SO ₂	-
Europa		maan	1610	670,9 · 10 ⁶	3,551 d	0,01 ³	1,568	0,048	3010	1,32	7,29	3,55	103	O ₂	-
Ganymedes		maan	1610	1070 · 10 ⁶	7,155 d	0,18 ³	2,631	0,148	1940	1,43	9,87	7,18	113	O ₂	-
Callisto		maan	1610	1883 · 10 ⁶	16,689 d	0,19 ³	2,410	0,1076	1830	1,24	8,79	16,69	118	CO ₂	-
Saturnus	♄	planeet	oudheid	1,427 · 10 ¹²	29,45 y	2,5	58,2	568	687	11,2	36,1	0,444	133	H ₂ , He, CH ₄ , NH ₃	82+r
Uranus	♅	planeet	1781	2,871 · 10 ¹²	84,02 y	0,8	25,4	86,8	1270	8,9	21,4	-0,718 ⁵	76	H ₂ , He, CH ₄	27+r
Neptunus	♆	planeet	1846	4,498 · 10 ¹²	164,8 y	1,8	24,6	102,4	1640	11,2	23,6	0,671	73	H ₂ , He, CH ₄	14+r
Pluto	♇	dwerfplaneet	1930	5,91 · 10 ¹²	247,9 y	17,1	1,15	0,0131	2050	0,66	1,23	6,39	48	N ₂ , CH ₄ , NH ₃	5
Charon		plutino	1978	0,0196 · 10 ⁹	6,4 d	0,001 ³	0,63	0,0016	1650	0,28	0,58	synchroon	45	-	-
Haumea		dwerfplaneet	2003	6,43 · 10 ¹²	239,1 y	28	1,4	0,0042	3000	0,44	0,84	0,16	<50	-	2
Quaoar		TNO ³	2002	6,5 · 10 ¹²	283 y	8	0,65	0,002	2000	0,3	0,5	0,74	43	CH ₄	-
Makemake		dwerfplaneet	2003	6,78 · 10 ¹²	296,1 y	29	0,73	0,004	2000	0,4	0,75	0,17	33	CH ₄	1
Eris		dwerfplaneet	2003	10,2 · 10 ¹²	557 y	47	1,4	0,0167	2500	0,83	1,4	1,08	33	CH ₄	1
Sedna		centaur	2003	72 · 10 ¹²	11400 y	11,9	0,75	0,004	2000	0,4	0,8	0,43	33	N ₂ , CH ₄	-

1 ► 8 planeten, 5 dwerfplaneten, 2,6 · 10⁷ planetoiden (kometen, centaurs, TNO = Trans Neptunus Object)

2 ► Bij de manen is de helling van het baanvlak t.o.v. de planeetbaan (dus niet t.o.v. de ecliptica).

3 ► pool: 6356,7523142 km; evenaar: 6378,1370 km

4 ► onregelmatig van vorm

5 ► De rotatie-richting is tegengesteld aan de draaiing in de baan.

naam	aanduiding in sterrenbeeld	magnitude (schijnbare visuele)	spectraaltipe	effectieve tempera- tuur	afstand 10 ¹⁶ m	radiële snelheid 10 ³ m s ⁻¹	tangentiële snelheid 10 ³ m s ⁻¹	visueel vermogen ▶ t.o.v. zon	totaal vermogen ▶ t.o.v. zon	straal t.o.v. zon	bijzonderheden
Zon		-26,78	G2 V	5,78	1,5 · 10 ⁻⁵	0	0	1	1	1	centrum zonnestelsel
Sirius A	α ¹ Canis Major	-1,44	A0 V	9,9	8,2	-8	16,7	22	26	1,7	dubbelster; periode 50 y
Canopus	α Carina	-0,62	F0 Ib	8,4	290	21	14	13000	13000	54	hete corona zendt röntgenstraling uit
Arcturus	α Boötes	-0,05	K2 III	4,4	34,7	-5,2	122	110	185	24	rode reus, hoge snelheid
Rigel Kent A	α ¹ Centaurus	-0,01	G2 V	5,67	4,1	-22	23,3	1,5	1,5	1,3	dubbelster; 79,9 y
Wega	α Lyra	0,03	A0 V	10,0	23,7	-14	12,7	48,1	57	2,5	snelle rotator
Capella	α Auriga	0,08	G8 III	5,4	40,5	30	27,0	134	140	13,4	dubbelster van 2 rode reuzen; 104 d
Rigel A	β Orion	0,18	B8 I	10,5	820	21	2	50000	65000	80	superreus met lichte dubbelster
Procyon A	α Canis Minor	0,40	F5 IV-V	6,7	10,8	-3,2	21,0	7,2	6,7	1,9	dubbelster met witte dwerg; 40,8 y
Achernar	α Eridanus	0,45	B3 V	16,0	132	16	19	1000	3600	7	afgeplat door snelle rotatie
Betelgeuze	α Orion	0,45	M2 I	3,6	470	22	22	13000	80000	700	onregelmatig variabel; ~ 2335 d
Agena	β Centaurus	0,61	B1 III	24,0	370		23	7000	60000	14	veranderlijke ster, periode 0,16 d
Altair	α Aquila	0,76	A7 IV-V	8,0	15,8	-26	16,1	11	10,1	1,7	afgeplat door snelle rotatie
Aldebaran	α Taurus	0,87	K5 III	3,6	63,1	54,1	19,3	160	650	64	rode reus
Spica	α Virgo	0,98	B1 V	25,0	235	1	19	2000	18000	8	dubbelster; 4 d
Antares A	α Scorpius	1,06	M1 I	3,0	520	-3	20	9000	90000	1100	superreus, onregelmatig variabel
Pollux	β Gemini	1,16	K0 III	5,0	32,0	3,3	30,8	31	37	8,3	dichtstbijz. rode reus
Fomalhaut	α Piscis Australis	1,17	A3 V	8,5	23,8	7	13,4	17	16,0	1,9	heeft stofring met planeet
Deneb	α Cygnus	1,25	A2 I	9,0	1300	-5	6	50000	50000	90	superreus
Mimosa	β Crux	1,25	B0,5 III	25,0	260	16	19	2000	18000	7	variatie met 1%; periode 0,20 d
Regulus	α Leo	1,36	B7 V	12,0	75	6	28,7	140	250	4	wijde dubbelster met rode dwerg
Castor	α Gemini	1,58	A2 V	9,5	48	0	18	50	50	2,7	systeem van 3 dubbelsterren
Polaris	α Ursa Minor	1,97	F7 I-II	5,9	410	-17	29	2400	2400	47	poolster; pulsatievariabele; 4 d
Algol	β Perseus	2,09	B8 V	10,0	85	4	0,4	90	110	3,5	eclipserende dubbelster; 2,9 d
Mizar	ζ Ursa Major	2,23	A2 V	9,0	81	-6	15	75	80	3,4	systeem van 3 dubbelsterren
Schedar	α Cassiopeia	2,24	K0 II-III	4,5	216	-4,0	20,0	520	780	45	oranje reus
Sirius B	α ² Canis Major	8,44	DA	24,8	8,2	-8	16,7	0,0025	0,024	0,0084	witte dwerg bij Sirius A; 50 y
Barnard		9,54	M4 V	3,0	5,6	-106,7	89,6	0,00043	0,0045	0,25	ster met hoogste eigenbeweging
Proxima Cent.	α ³ Centaurus	11,01	M5,5 V	2,6	4,0	-22	23,7	0,000056	0,0018	0,21	dichtstbijzijnde ster na de zon
Wolf 359	CN Leo	13,53	M6 Ve	2,4	7,4	10	52	0,000018	0,0013	0,20	zeer zwakke ster

▶ Het vermogen van een ster wordt ook vaak de lichtsterkte of de lichtkracht van de ster genoemd.

Melkweg $\subset$ Lokale groep $\subset$ Virgo supercluster $\subset$ superclusters $\subset$ heelal

binnen deze afstand (ly)	aantal sterren	aantal dwergstelsels	aantal grote melkwegstelsels	aantal clusters	aantal superclusters
12,5	33				
250	$2,6 \cdot 10^5$				
$5 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^8$				
$5 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^{11}$				
$5 \cdot 10^5$	$2,25 \cdot 10^{11}$	12	1		
$5 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^{11}$	46	3		
$1 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^{14}$	$5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^4$	200	
$1 \cdot 10^9$	$2,5 \cdot 10^{17}$	$6 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^6$	$2,4 \cdot 10^5$	100
zichtbare heelal	$3 \cdot 10^{22}$	$7 \cdot 10^{12}$	$3,5 \cdot 10^{11}$	$2,5 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$

Voorbeelden van clusters

naam	afstand 10^{24} m	radiële snelheid 10^6 m s $^{-1}$	aantal stelsels	rood verschuiving (relatief)
cluster in Virgo	0,66	1,15	2500	0,004
cluster in Perseus	3,1	5,4	500	
cluster in Coma Berenices	3,8	6,7	1500	
cluster I in Ursa Major	8,8	15,5	300	0,05
cluster in Corona Borealis	12	21,7	400	
quasar PG 0804 + 761	16	28		0,1
cluster II in Ursa Major	23	40,4	400	0,13
cluster in Hydra	34	60,5		0,2
quasar 3 C 48	51	92		0,37
quasar 3 C 446	118	211		1,4
quasar PHL 957	145	258		2,69

Hubble-constante $H_0 = 2,28 (\pm 0,05) \cdot 10^{-18} \text{ m s}^{-1} \text{ m}^{-1}$

Voorbeelden van exoplaneten

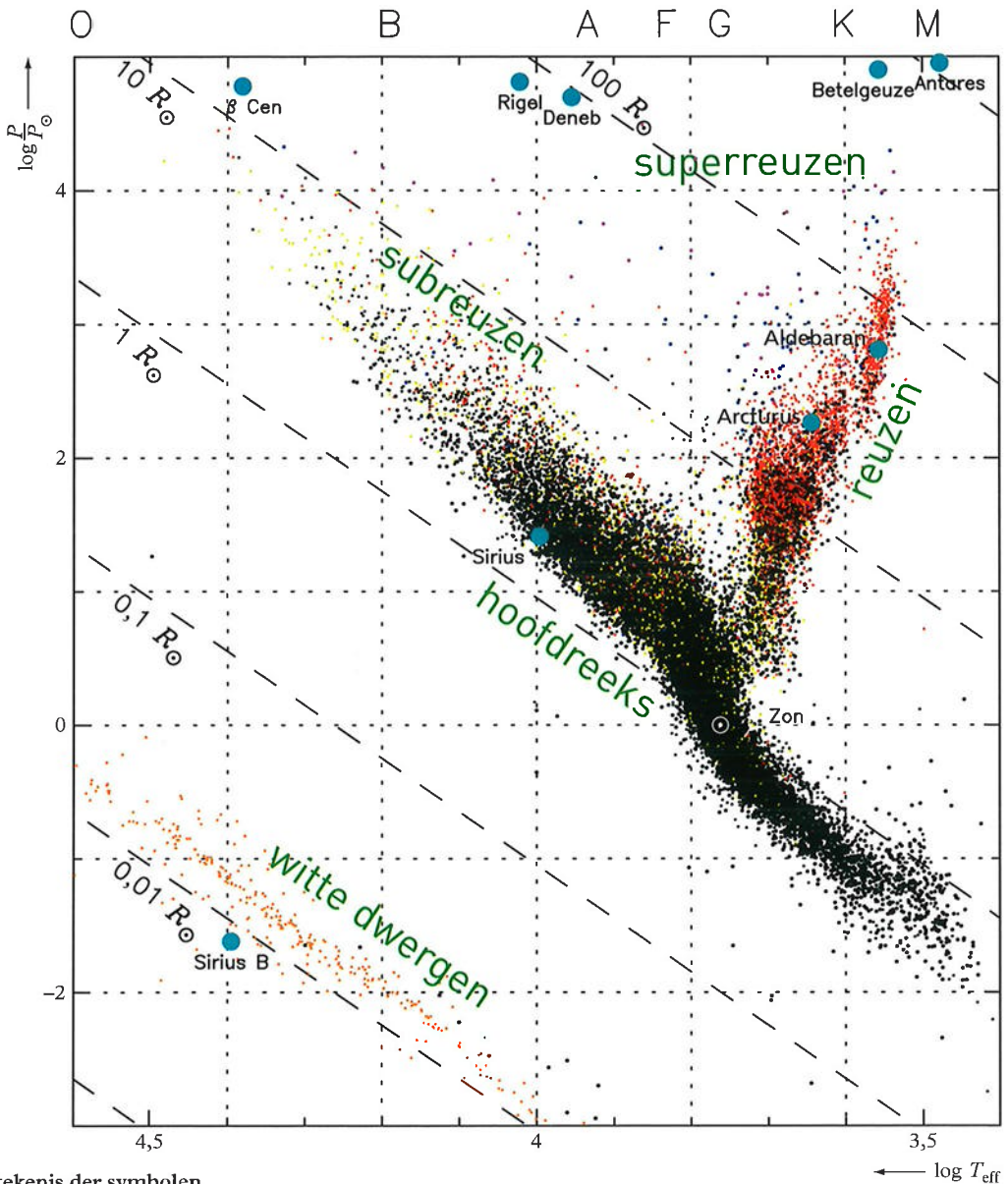
ster	afstand ly	planeten	type ²	afstand tot ster AE	omlooptijd d	straal m	massa $m_{\oplus}$	ontdekking
HD114762 ¹	132	b	G	0,353	84		>3500	1989
PSR B1257	980	b	P	0,19	25	$1,4 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^5$	1991
		c	P	0,36	66			1994
		d	P	0,46	98			1994
70 Virgo	59	b	G	0,48	116	$1,3 \cdot 10^9$	2400	1996
υ Andromedae	44	b	HJ	0,06	4,6		$2,3 \cdot 10^2$	1996
		c	HJ	0,83	241		$6,7 \cdot 10^2$	1999
		d	HJ	2,5	$1,3 \cdot 10^3$		$1,5 \cdot 10^3$	1999
Gliese 876	15,3	b	G	0,21	61,0		$6 \cdot 10^2$	1998
		c	G	0,13	30,1		$1,8 \cdot 10^2$	2000
		d	G	0,02	1,9		7,5	2005
		e	G	0,33	124		15	2010
Kepler 22	620	b	N	0,85	289,9	$1,53 \cdot 10^7$	35	2011
HAT-P-36 b	1035	b	G	0,024	1,3	$8,9 \cdot 10^7$	$5,9 \cdot 10^2$	2011

1 ► Bij ontdekking van nieuwe planeten krijgt de ster de naam a, de planeten heten b, c, d, etc.

2 ► type: G = gasreus, HJ = hete jupiterachtige, N = neptunusachtige, P = pulsarplaneet

Spectraaltypen van sterren

Verband tussen de spectraalclassificatie en de temperatuur van sterren van de hoofdreeks



Betekenis der symbolen

P vermogen van de ster
(wordt ook vaak lichtsterkte
of lichtkracht L van de ster
genoemd)

R straal van de ster
 T temperatuur in K
(alleen voor sterren van de hoofdreeks)
 $\odot$ zon

● hoofdreeks
● subreus
● reus
● heldere reus
● superreus
● witte dwerg

havo/vwo

vwo

overige

A1 Rechthoekige beweging

verplaatsing

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

tijdsduur

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

verplaatsing bij eenparige beweging

$$s = vt$$

verplaatsing bij willekeurige beweging

$$s = v_{\text{gem}} t$$

plaatsfunctie eenparige beweging

$$x(t) = x_0 + vt$$

gemiddelde snelheid

$$v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

snelheid

$$v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$$

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$v = x'$$

gemiddelde versnelling

$$a_{\text{gem}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

versnelling

$$a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$a = v' = x''$$

eenparig versnelde beweging

plaatsfunctie

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

snelheidsfunctie

$$v(t) = v_0 + at$$

A2 Cirkelbeweging

afgelegde baan

$$s = \varphi r \quad \varphi \text{ in rad}$$

afgelegde hoek

$$\varphi = \omega t$$

hoeksnelheid

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

baansnelheid

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$v = \omega r = 2\pi f r$$

middelpuntzoekende versnelling

$$a_{\text{mpz}} = \omega^2 r = \frac{v^2}{r} = \omega v$$

middelpuntzoekende kracht

$$F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$$

$$F_{\text{mpz}} = m\omega^2 r = m\omega v$$

A3 Kracht en impuls

resulterende kracht

$$\vec{F}_{\text{res}} = \sum_i \vec{F}_i$$

tweede wet van Newton

$$F_{\text{res}} = ma$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = \sum_i \vec{F}_i = m\vec{a}$$

derde wet van Newton

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

zwaartekracht

$$F_z = mg$$

$$\vec{F}_z = m\vec{g}$$

maximale wrijvingskracht bij schuiven

$$F_{w,s,\text{max}} = f F_n$$

luchtweerstandskracht

$$F_{w,l} = \frac{1}{2} \rho C_w A v^2$$

veerkracht

$$F_v = Cu$$

impuls

$$p = mv$$

wet van behoud van impuls

$$\sum \vec{p}_{\text{voor}} = \sum \vec{p}_{\text{na}}$$

kracht en impuls

$$F = \frac{dp}{dt}$$

krachtstoot (bewegingswet)

$$\vec{S} = \vec{F} \Delta t = m \Delta \vec{v} = \Delta \vec{p}$$

<i>havo/vwo</i>	<i>vwo</i>	<i>overige</i>
holle cilinder (lichaamsas)		$I = mR^2$
massieve cilinder (lichaamsas)		$I = \frac{1}{2} mR^2$
holle bol (as door M)		$I = \frac{2}{3} mR^2$
massieve bol (as door M)		$I = \frac{2}{5} mR^2$
schijf (as in vlak schijf door M)		$I = \frac{1}{4} mR^2$
staaf (as $\perp$ staaf door M)		$I = \frac{1}{12} ml^2$
staaf (as $\perp$ staaf door eindpunt)		$I = \frac{1}{3} ml^2$
impulsmoment voorwerp		$L = I\omega$
impulsmoment puntmassa		$L = mv_{\perp} r$
krachtmoment		$M = I\alpha$
rotatie-energie		$E = \frac{1}{2} I\omega^2$
torsieconstante		$\kappa = \frac{M}{\varphi}$

Trillingen, golven en optica

B

B1 Trillingen

frequentie	$f = \frac{1}{T}$	
faseverschil, faseachterstand		$\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T}$
harmonische trilling		$u = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$
uitwijking		$v_{\max} = \frac{2\pi A}{T}$
maximale snelheid		$\vec{F}_{\text{res}} = -C\vec{u}$
kracht		$u(t) = Ae^{-\delta t} \sin(2\pi ft)$
gedempte harmonische trilling		
trillingstijd		
massa-veersysteem	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
mathematische slinger		$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{mg}}$
fysische slinger		$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{k}}$
torsieslinger		

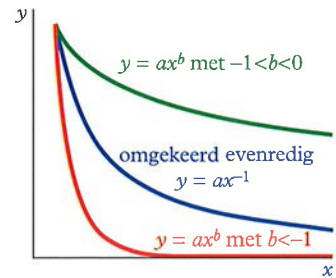
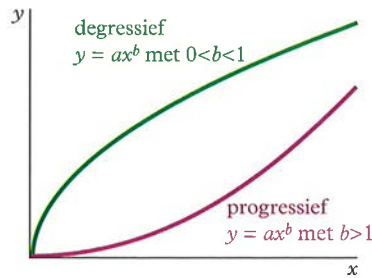
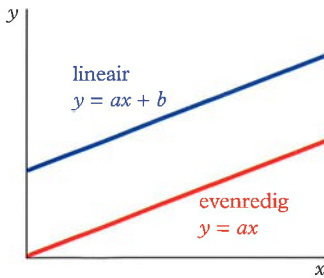
B2 Golven

golfsnelheid	$v = f\lambda$	$v = \frac{\lambda}{T}$
faseachterstand		$\Delta\varphi = \frac{\Delta x}{\lambda}$
voorplantingssnelheid lopende golf		
transversale golf in koord of snaar		$v = \sqrt{\frac{F_s l}{m}}$

	havo/vwo	vwo	overige
C1 Algemeen			
dichtheid	$\rho = \frac{m}{V}$		
druk			$p = \frac{F}{A}$
debiet	$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = Av$		
temperatuur	$T_{\text{celsius}} = T_{\text{kelvin}} - 273,15$		
uitzetting:			
lengte			$l = l_0(1 + \alpha \Delta T)$
volume			$V = V_0(1 + \gamma \Delta T) \quad \gamma = 3\alpha$
C2 Vloeistoffen			
druk (statisch)			$p = \rho gh$
druk (bewegend)			$p = \frac{1}{2} \rho v^2$
wet van Archimedes			$F_{\text{opw}} = \rho g V$
continuïteit			$Av = \text{constant}$
wet van Bernoulli			$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{constant}$
wet van Stokes			$F_w = 6\pi\eta rv$
wet van Poiseuille			$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\pi r^4}{8\eta l} \Delta p$
C3 Gasen			
algemene gaswet			$pV = nRT$
formule van Van der Waals			$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$
uitzetting			
constante druk			$V_t = V_0(1 + \gamma \Delta T)$
constant volume			$p_t = p_0(1 + \gamma \Delta T)$
molaire massa			$M = N_A m_{\text{molecuul}}$
massa van een hoeveelheid gas			$m = nM$
adiabaat			$pV^\gamma = \text{constant} \quad \gamma = \frac{c_p}{c_v}$
gemiddelde absolute snelheid			$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_m}}$
meest waarschijnlijke snelheid			$v_w = \sqrt{\frac{2kT}{m_m}}$
C4 Warmteleer			
soortelijke warmte	$Q = cm\Delta T$		$c = \frac{C}{m}$
soortelijke warmte gas			
bij constante druk			$c_p = \frac{Q_p}{m\Delta T}$
bij constant volume			$c_v = \frac{Q_v}{m\Delta T}$
smeltwarmte			$r_s = \frac{Q_s}{m}$

havo/vwo	vwo	overige
D2 Elektrisch veld		
wet van Coulomb	$F_{\text{el}} = f \frac{qQ}{r^2}$	$f = \frac{1}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0}$
spanning (t.o.v. ∞) bij een puntlading		$U_{\text{el}} = f \frac{Q}{r}$
elektrische veldkracht	$\vec{F}_{\text{el}} = q\vec{E}$	
veldsterkte en spanning		$E = \frac{U}{\Delta x}$
toename elektrische energie	$\Delta E_{\text{el}} = qU$	
kinetische energie in elektrisch veld	$\Delta E_{\text{k}} = -\Delta E_{\text{el}}$	
arbeid door elektrisch veld		$W_{\text{A-B}} = qU_{\text{AB}}$
condensator		
capaciteit		$C = \frac{Q}{U}$
energie		$E = \frac{1}{2} CU^2$
stroom bij opladen		$I_{(t)} = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$
spanning bij opladen		$U_{(t)} = U_{\infty} (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$
serie		$\frac{1}{C_{\text{tot}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$
parallel		$C_{\text{tot}} = C_1 + C_2 + \dots$
D3 Magnetisch veld		
lorentzkracht		
op stroomvoerende draad	$F_L = BIl$	$F_L = BIl \sin \alpha$
op bewegend geladen deeltje	$F_L = Bqv$	$F_L = Bqv \sin \alpha$
magnetische flux	$\Phi = B_{\perp} A$	$\Phi = BA \cos \alpha$
magnetische inductie (veldsterkte)		$\mu = \mu_0 \mu_r$
bij een lange draad		$B = \mu \frac{I}{2\pi r}$
magnetische inductie		
in een lange spoel		$B = \mu \frac{NI}{l}$
in een korte spoel		$B = \mu \frac{NI}{l} \frac{l}{\sqrt{l^2 + 4r^2}}$
ten gevolge van één winding		$B_{\text{as}} = \frac{1}{2} \mu \frac{r^2 I}{(r^2 + l^2)^{\frac{3}{2}}}$
wet van Ampère		$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{r} l$
D4 Wisselstroom en inductie		
inductiespanning	$U_{\text{ind}} \propto N$ $U_{\text{ind}} \propto \frac{d\Phi}{dt}$	$U_{\text{ind}} = -N \frac{d\Phi}{dt}$
zelfinductiespanning		$U_{\text{zelfind}} = -L \frac{dI}{dt}$

	havo/vwo	vwo	overige
E3 Kernfysica en radioactiviteit			
aantal nucleonen in kern	$A = N + Z$		
massa-energie relatie		$E = mc^2$	
aantal moederkernen	$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \quad n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}$	$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$	
(radio)activiteit	$A = - \left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ $A_{\text{gem}} = - \frac{\Delta N}{\Delta t}$ $A = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \quad n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}$ $I = I_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \quad n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}$	$A = - \frac{dN}{dt}$ $A = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N$ $A = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ $I = I_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$	
verzwakking γ -straling			$\bar{E} = \frac{1}{3} E_{\text{max}}$
gemiddelde energie β -deeltje			
(geabsorbeerde stralings)dosis	$D = \frac{E}{m}$		
dosisequivalent	$H = w_R D$		
effectieve totale lichaamsdosis			$H_{\text{eff}} = \sum w_{\text{org}} H_{\text{org}}$
effectieve halveringstijd			$t_{\frac{1}{2} \text{ eff}} = \frac{t_{\frac{1}{2}} \cdot t_{\frac{1}{2} \text{ biol}}}{t_{\frac{1}{2}} + t_{\frac{1}{2} \text{ biol}}}$
E4 Quantummechanica			
golfengete van de Broglie		$\lambda = \frac{h}{m_0 v}$	$\lambda = \frac{h}{p}$
onzekerheidsrelatie van Heisenberg (plaats en impuls)			$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$
deeltje-in-een-dooosje-model (eendimensionaal)		$E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$	
normeringsvoorwaarde			$\int_{-\infty}^{\infty} \psi(x) ^2 dx = 1$
schrödingervergelijking (waterstofatoom)			$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{d^2 \psi}{dy^2} + \frac{d^2 \psi}{dz^2} = -\frac{8\pi^2 m}{h^2} \left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}\right) \psi$
E5 Vaste-stof-fysica			
driftsnelheid			$v_D = \frac{eU}{m_e l} \tau$
stroom			$I = nev_D A$
hallspanning			$U_H = Bv_D b$
PTC-weerstand			$R = R_0 (1 + \alpha t)$
NTC-weerstand			$R_{(T)} = C e^{\frac{B}{T}}$
E6 Relativiteitstheorie			
energie (Einstein)		$E = mc^2$	$E = \sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2}$
gammafactor			$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$



Lengte, oppervlakte en volume

B

		lengte	oppervlakte	volume
	cirkel $d = 2r$	omtrek $2\pi r$	πr^2	
	boog	αr		
	sector met middelpuntshoek α		$\frac{1}{2} \alpha r^2$	
	bol		$4\pi r^2$	$\frac{4}{3} \pi r^3$
	cilinder		$2\pi r h + 2\pi r^2$	$\pi r^2 h$
	kegel		$\pi r \sqrt{r^2 + h^2} + \pi r^2$	$\frac{1}{3} \pi r^2 h$
	piramide			$\frac{1}{3} A h$

Vierkantsvergelijking

C

De oplossingen van $ax^2 + bx + c = 0$ zijn: $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ ($a \neq 0$ en $b^2 - 4ac \geq 0$)

Machten en logaritmen

D

$a^p \cdot a^q = a^{p+q}$	$(a > 0)$	$(a^p)^q = a^{pq}$	$(a > 0)$
$(a \cdot b)^p = a^p \cdot b^p$	$(a, b > 0)$	$a^{-p} = \left(\frac{1}{a}\right)^p = \frac{1}{a^p}$	$(a > 0)$
$b = a^p \Leftrightarrow a = b^{\frac{1}{p}}$	$(a, b > 0 ; p \neq 0)$	$y = e^x \Leftrightarrow x = \ln y$	$(y > 0)$
$y = a^x \Leftrightarrow x = {}^a\log y$	$(a, y > 0 ; a \neq 1)$		
${}^a\log uv = {}^a\log u + {}^a\log v$	$(a > 0 ; u, v > 0)$		
${}^a\log u^v = v \cdot {}^a\log u$	$(a > 0 ; a \neq 1 ; u > 0)$		
${}^a\log u = \frac{{}^b\log u}{{}^b\log a}$	$(a, b, u > 0 ; a, b \neq 1)$		

$$\sin(-t) = -\sin t$$

$$\cos(-t) = \cos t$$

$$\tan t = \frac{\sin t}{\cos t}$$

$$\sin\left(\frac{1}{2}\pi - t\right) = \cos t$$

$$\cos\left(\frac{1}{2}\pi - t\right) = \sin t$$

$$\tan\left(\frac{1}{2}\pi - t\right) = \frac{1}{\tan t}$$

$$\sin 2t = 2 \sin t \cdot \cos t$$

$$\cos 2t = \cos^2 t - \sin^2 t = 2 \cos^2 t - 1 = 1 - 2 \sin^2 t$$

$$\text{sinusregel: } \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = 2r \quad (r \text{ is de straal van de omschreven cirkel})$$

$$\text{cosinusregel: } c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$$

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin\left(\frac{1}{2}(\alpha + \beta)\right) \cos\left(\frac{1}{2}(\alpha - \beta)\right)$$

$$\text{rekenkundige rij} \quad \sum_{i=1}^n a + (i-1)v = na + \frac{n(n-1)}{2}v$$

$$\text{meetkundige rij} \quad \sum_{i=1}^n ar^{i-1} = a \frac{r^n - 1}{r - 1} \quad \sum_{i=1}^{\infty} ar^{i-1} = a \frac{1}{1-x} \quad (-1 < x < 1)$$

$$\text{Taylor} \quad f(a+h) = f(a) + hf'(a) + \frac{h^2}{2!}f''(a) + \frac{h^3}{3!}f'''(a) + \dots + \frac{h^n}{n!}f^{(n)}(a) + \theta h^n \quad \text{met } 0 < \theta < 1$$

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots$$

$$\ln(x+1) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \dots \quad (-1 < x < 1)$$

$$(1 \pm a)^n \approx 1 \pm na \quad \text{voor } |a| \ll 1$$

$$\text{som} \quad \sum_{i=1}^n a_i = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$$

$$\text{product} \quad \prod_{i=1}^n a_i = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot \dots \cdot a_n$$

$$\text{faculteit} \quad n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n$$

$$\text{binomiaalcoëfficiënt} \quad \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

$$\text{J-kromme} \quad f(x) = ae^{bx} \quad \frac{df}{dx} = bf$$

$$\text{S-kromme} \quad f(x) = \frac{a}{b + e^{cx}} \quad \frac{df}{dx} = cf\left(1 - \frac{b}{a}f\right)$$

verandering van gibbsenergie
(vrije-enthalpieverandering)

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \text{ (bij constante } T\text{)}$$

bij benadering geldt

$$\Delta G^0(T) = \Delta H^0(298) - T\Delta S^0(298)$$

verband tussen de evenwichtsconstante
en de verandering van de gibbsenergie

$$\Delta G^0(T) = -RT \ln K$$

Elektrochemie

D

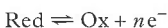
stroomsterkte

$$I = \frac{Q}{t}$$

constante van Faraday

$$F = N_A e = \frac{Q}{n}$$

vergelijkingen van Nernst voor de halfreactie



$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]} = E^0 + \frac{0,059}{n} \log \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]} \text{ bij } 298 \text{ K}$$

Spectrometrie

E

wet van Lambert-Beer

$$E = \epsilon[A]l$$

extinctie

$$E = -\log \frac{I}{I_0}$$

transmissie

$$T = \frac{I}{I_0}$$

trillingsfrequentie

$$f = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

k = bindingssterkte

gereduceerde massa

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

Chromatografie

F

capaciteitsverhouding

$$k'_i = \frac{t_{Ri} - t_{R0}}{t_{R0}} = \frac{c_s V_s}{c_m V_m}$$

t_R = retentietijd

resolutiefactor

$$R_s = \frac{1,18 \Delta t_R}{\sigma_1 + \sigma_2}$$

σ = piekbreedte op halve
piekhoogte

als $\sigma_1 = \sigma_2$ geldt

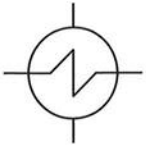
$$R_s = \frac{k'_2 - k'_1}{4(1 + k'_2)} \sqrt{N}$$

N = schotelgetal

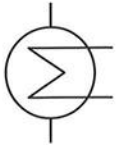
Rf-waarde

$$R_f = \frac{\text{afstand van startlijn tot zwaartepunt stofvlek}}{\text{afstand startlijn tot vloeistoffront}}$$

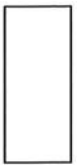
<i>symbool</i>	<i>betekenis</i>	<i>eenheid</i>	<i>omschrijving</i>
Z	atoomnummer	–	aantal protonen in de kern
A_r	relatieve atoommassa	– ¹	massa van 1 atoom gedeeld door $\frac{1}{12}$ van de massa van het atoom ^{12}C
M_r	relatieve molecuulmassa	– ¹	massa van 1 molecuul gedeeld door $\frac{1}{12}$ van de massa van het atoom ^{12}C
d	relatieve dichtheid (t.o.v. waterstof)	–	massa van a liter gasvormige stof gedeeld door de massa van a liter waterstofgas, gemeten bij dezelfde temperatuur en druk
N		–	aantal moleculen
n	hoeveelheid stof	mol	
N_A	constante van Avogadro	mol^{-1}	molaire deeltjesaantal ($6,022\,140\,76 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)
M	molaire massa	g mol^{-1}	massa per mol stof
ρ	dichtheid	$\text{kg m}^{-3} = \text{g L}^{-1}$ ²	
m	massa	kg of g ²	
p	druk	Pa	
p_0	standaarddruk	Pa	$101\,325 \text{ Pa} = 1,01325 \text{ bar}$
p_A	partiële druk van A	Pa	
T	temperatuur	K	
V	volume	L ²	
V_m	molair volume	L mol^{-1}	volume per mol stof
$[\text{B}]$	concentratie van B	mol L^{-1}	chemische hoeveelheid van deeltjessoort B dat per liter aanwezig is
$[\text{B}]_0$	beginconcentratie van B	mol L^{-1}	chemische hoeveelheid van deeltjessoort B dat per liter aanwezig is bij het begin van de reactie
a M	molariteit a ³	mol L^{-1}	a = chemische hoeveelheid stof per liter oplossing
R	gasconstante	$\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	$8,314\,462\,618\,153\,24 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
k	reactieconstante	$\text{L}^n \text{ mol}^{-n} \text{ s}^{-1}$ ⁴	
s	reactiesnelheid	$\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$	
K_c of K	(concentratie-) evenwichtsconstante	$\text{mol}^n \text{ L}^{-n}$ ^{5,6}	
K_p	(druk-) evenwichtsconstante	Pa^n ^{5,6}	
K_a	zuurconstante		
K_b	baseconstante		
K_w	waterconstante		
K_d	dissociatieconstante		
K_s	oplosbaarheidsproduct		
K_{solv}	ionisatieconstante		
pH	waterstofexponent	– ⁷	$-\log [\text{H}_3\text{O}^+] \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ mol L}^{-1}$
pOH		– ⁷	$-\log [\text{OH}^-] \Leftrightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} \text{ mol L}^{-1}$
pZ of $\text{p}K_z$		– ⁷	$-\log K_z \Leftrightarrow K_z = 10^{-\text{pZ}}$
pB of $\text{p}K_b$		– ⁷	$-\log K_b \Leftrightarrow K_b = 10^{-\text{pB}}$
pI		– ⁷	iso-elektrisch punt
α	ionisatiegraad		geïoniseerde hoeveelheid elektrolyt, gedeeld door de oorspronkelijke hoeveelheid elektrolyt



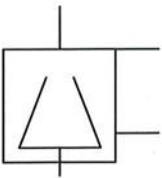
warmtewisselaar
(condensor)



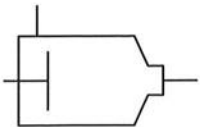
warmtewisselaar



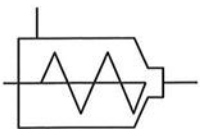
reactor



centrifuge



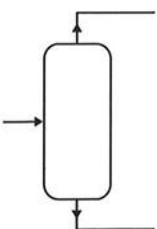
extruder
(algemene notatie)



extruder
(met schroef)



klep, afsluiter



destileerkolom



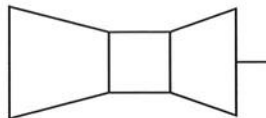
generator



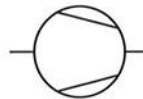
(stoom)turbine



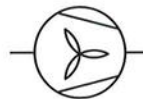
reactor
met katalysator



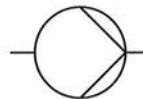
gasturbine



compressor



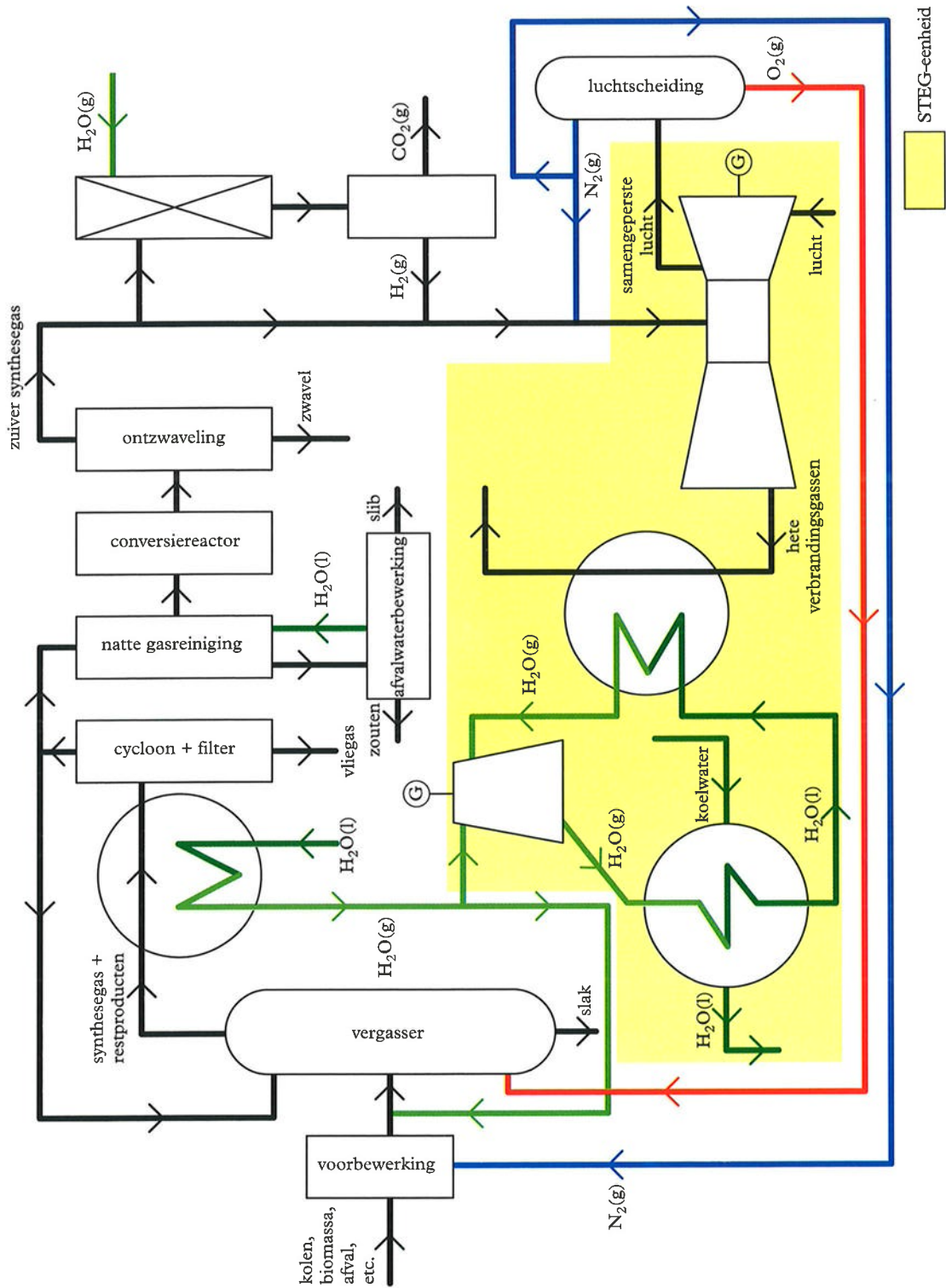
blower, ventilator

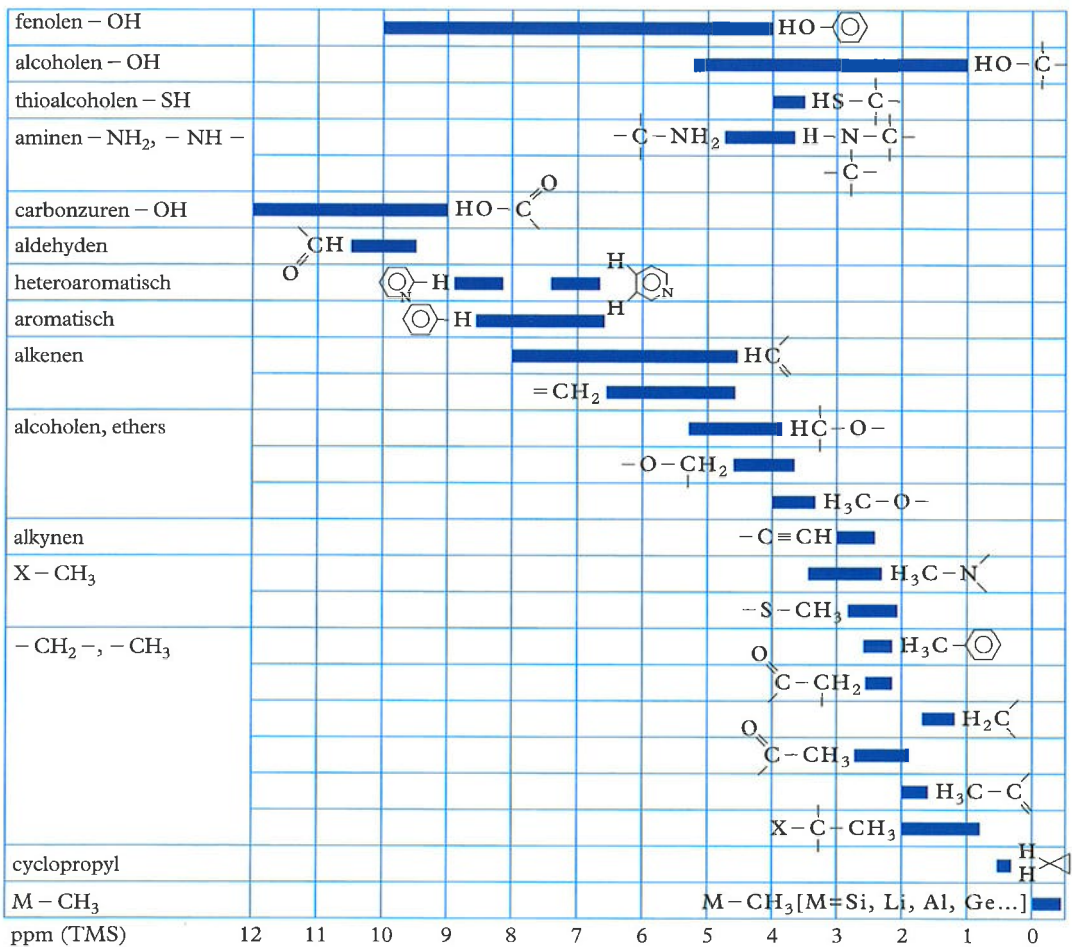


vloeistofpomp

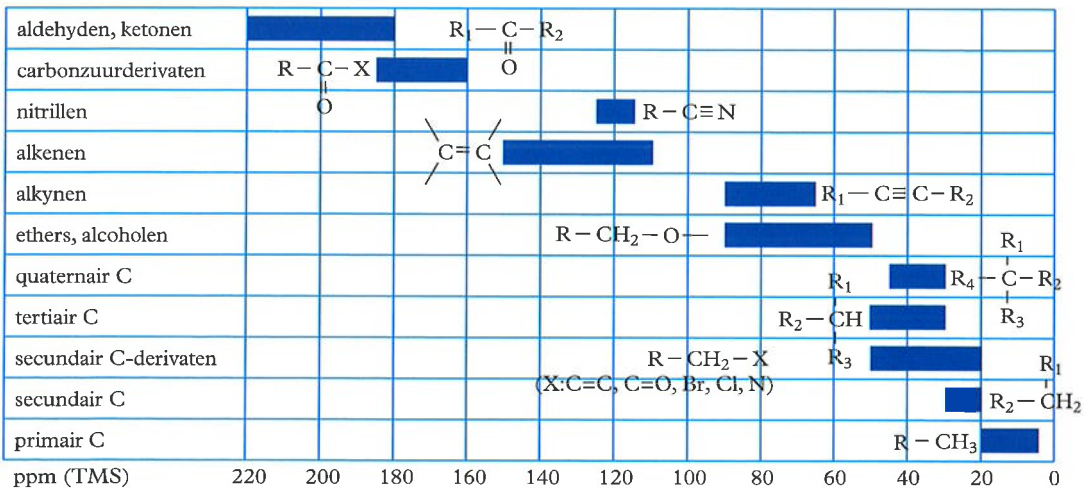


vermaler,
verbrijzelaar



¹³C

2



<i>vibratie</i>	<i>verbindingen</i>	<i>absorptiegebied (cm⁻¹)</i>	<i>intensiteit</i>	<i>opmerkingen</i>
C=O strek	zuuranhydride	~1815 ¹ , 1755 ¹	S	twee banden, de eerste het meest intens
	zuurchloride	~1800 ¹	S	
	ester	~1745 ¹	S	
	aldehyde	~1730 ¹	S	
	keton	~1715 ¹	S	
	carbonzuur	~1695 ¹	S	
C=N strek	hydrazon	1690-1640	M	zwak of ontbrekend bij symmetrische moleculen/ vaak twee banden in elk gebied
C=C strek	alkeen	1670-1600 ¹	Z-M	
	aromaat	1600-1575, 1500-1450	M	
N-H buig	amide	1655-1610	M	breed, M-Z
	primair amine	1650-1560		
	N-gesubstitueerd amide	1575-1510	Z	
	secundair aromatisch amide	1515-1500	Z	
N=O strek	nitroverbinding	~1560 ¹ - ~1375 ¹	S	twee banden, aromatisch 1300-1200
C-H buig	alkaan	1470-1370	Z-M	twee banden
S=O strek	sulfonzuur	1430-1310, 1225-1125	Z	
C-N strek	amide	~1410	M	
	alifatisch amine	1250-1010	Z-M	
	aromatisch amine	1370-1250	Z-M	
C-F strek	polyfluoralkaan	1350-1110	S	meer banden
	monofluoraromaat	~1225	S	
	monofluoralkaan	1100-1000	S	
C-O strek	carbonzuur	1320-1210	M	vetzuren twee banden
	ester	1290-1150, 1125-1000	S, M	
	alkylarylether	1280-1200, 1080-1020	S	fenol hoogste waarde; primair alcohol laagste waarde
	alcohol, fenol	1255-1000	S	
	dialkylether	1150-1100	S	
CH ₂ -X strek	CH ₂ -Cl	1300-1200	S	
	CH ₂ -Br	1250-1175	S	
	CH ₂ -I	1200-1150	S	
C-H buig uit vlak	trans-alkeen	980-960	S	
	eindstandig =CH ₂	900-880	S	
	aromaat	900-675	S	
	cis-alkeen	730-670	S	
N-H buig uit vlak	amine	910-660	breed	
	amide	800-670	S	

■ De tabelwaarden gelden voor een dunne vloeistoflaag, voor een smelt en voor KBr-tabletten.

■ Absorptiegebieden zijn gegeven in golfgetal $\frac{1}{\lambda}$ met eenheid cm⁻¹.

■ Energieverschillen tussen vibratieniveaus zijn evenredig met het golfgetal: $\Delta E = hc\left(\frac{1}{\lambda}\right)$.

1 ► Piekten verschuiven naar lagere waarden naarmate de bindingen meer geconjugeerd zijn (C=C-C=C afwisselend).



naam ¹	symbool formule	atoom- nummer	relatieve atoommassa ²	smeltpunt	kookpunt $p = p_0$	dichtheid $T = 298 \text{ K}$ $\rho = \rho_0$	elektro- negativiteit ⁸	atoom- straal	vander- waals- straal	ionstraal en ionlading
				K	K	10^3 kg m^{-3}		10^{-12} m	10^{-12} m	10^{-12} m
actinium	Ac	89	(227)	1323	3471	10	1,1	188		112^{3+}
aluminium	Al	13	26,9815	933	2792	2,70	1,6	143		45^{3+}
americium	Am	95	(243)	1449	2284	12	1,1	173		$98^{3+}; 85^{4+}$
antimoon	Sb ³ (grijs)	51	121,760	904	1860	6,68	2,0	141	220	245^{3-}
argon	Ar	18	39,948	84 ^{7:69 kPa}	87	$1,633 \cdot 10^{-3}$			192	
arseen	As ³ (grijs)	33	74,9216	1090 ^{7:3,6 MPa}	889 ⁵	5,7	2,2	121	200	222^{3-}
astataat	At ₂	85	(210)	575	610		2,2	140		62^{7+}
barium	Ba	56	137,327	1000	2170	3,62	0,9	217		134^{2+}
berkelium	Bk	97	(247)	1259	$2,9 \cdot 10^3$	13,25	1,3	172		$96^{3+}; 83^{4+}$
beryllium	Be	4	9,0122	1560	2744	1,85	1,6	112		30^{2+}
bismut	Bi	83	208,980	545	1837	9,79	2,0	170		$120^{3+}; 76^{5+}$
bohrium	Bh	107	(270)							
boor	B	5	10,811	2348	4273	2,34	2,0	88	217	16^{3+}
broom	Br ₂	35	79,904	266	332	3,10	3,0	114	195	196^{1-}
cadmium	Cd	48	112,411	594	1040	8,69	1,7	149		97^{2+}
calcium	Ca	20	40,078	1115	1757	1,54	1,0	197		94^{2+}
californium	Cf	98	(251)	1173	$1,7 \cdot 10^3$	15,1	1,3	199		$95^{3+}; 92^{4+}$
cerium	Ce	58	140,116	1072	3716	6,77	1,1	183		$101^{3+}; 87^{4+}$
cesium	Cs	55	132,905	302	944	1,87	0,8	262		167^{1+}
chloor	Cl ₂	17	35,453	172	239	$2,90 \cdot 10^{-3}$	3,2	99	180	181^{1-}
chroom	Cr	24	51,996	2180	2944	7,15	1,7	125		63^{3+}
copernicium	Cn	112	(285)							
curium	Cm	96	(247)	1618	$3,4 \cdot 10^3$	13,51	1,3	174		$97^{3+}; 85^{4+}$
darmstadtium	Ds	110	(281)							
dubnium	Db	105	(268)							
dysprosium	Dy	66	162,500	1685	2840	8,55	1,2	175		91^{2+}
einsteinium	Es	99	(252)	1133	$1,8 \cdot 10^3$	8,8	1,3	203		93^{3+}
erbium	Er	68	167,259	1802	3141	9,07	1,2	173		89^{3+}
europium	Eu	63	151,964	1099	1802	5,24	1,2	204		$95^{3+}; 117^{2+}$
fermium	Fm	100	(257)	1800			1,3			91^{3+}
flerovium	Fl	114	(289)							
fluor	F ₂	9	18,9984	54	85	$1,553 \cdot 10^{-3}$	4,0	64 ³	135	133^{1-}
fosfor	P ₄ (wit)	15	30,9738	317	554	1,82	2,2	110	190	212^{3-}
francium	Fr	87	(223)	300	950		0,7	270		180^{1+}



nihonium	Nh	113	(286)							
nikkel	Ni	28	58,693	1728	3186	8,90	1,9	124	72 ²⁺	
niobium	Nb	41	92,906	2750	5017	8,57	1,6	141	64 ⁵⁺ ; 72 ³⁺	
nobelium	No	102	(259)	1100			1,3		110 ²⁺	
oganesson	Og	118	(294)							
osmium	Os	76	190,23	3306	5285	22,6 ^{293K}	2,2	134	63 ⁴⁺ ; 39 ⁸⁺	
palladium	Pd	46	106,42	1828	3236	12,0	2,2	138	86 ²⁺ ; 62 ⁴⁺	
platina	Pt	78	195,084	2041	4098	21,5	2,3	138	63 ⁴⁺ ; 80 ²⁺	
plutonium	Pu	94	(244)	913	3501	19,7	1,3	159	86 ⁴⁺ ; 100 ³⁺	
polonium	Po	84	(209)	527	1235	9,20	2,0	140	94 ⁴⁺ ; 67 ⁶⁺	
praseodymium	Pr	59	140,908	1204	3793	6,77	1,1	182	93 ³⁺ ; 96 ⁴⁺	
promethium	Pm	61	(145)	1315	3273	7,26	1,1	183	97 ³⁺	
protactinium	Pa	91	(231)	1845	4,4 · 10 ³	15,4	1,5	156	78 ⁵⁺ ; 94 ⁴⁺	
radium	Ra	88	(226)	969	1413	5,5	0,9	220	148 ²⁺	
radon	Rn	86	(222)	202	211	9,07 · 10 ⁻³				
renium	Re	75	186,207	3458	5869	20,8	1,9	137	38 ⁷⁺ ; 63 ⁴⁺	
rhodium	Rh	45	102,906	2237	3968	12,4	2,3	134	67 ³⁺ ; 60 ⁴⁺	
roentgenium	Rg	111	(281)							
rubidium	Rb	37	85,468	312	961	1,53	0,8	244	148 ¹⁺	
ruthenium	Ru	44	101,07	2606	4423	12,1	2,2	133	68 ³⁺ ; 62 ⁴⁺	
rutherfordium	Rf	104	(267)							
samarium	Sm	62	150,36	1345	2067	7,52	1,2	180	96 ³⁺ ; 127 ²⁺	
scandium	Sc	21	44,956	1814	3109	2,99	1,4	160	81 ³⁺	
seaborgium	Sg	106	(269)							
seleen	Se ³⁺ (grijs)	34	78,96	494	958	4,81	2,5	117	200	202 ²⁻
silicium	Si	14	28,086	1687	3538	2,33	1,9	117	224	42 ⁴⁺ ; 271 ⁴⁺
stikstof	N ₂	7	14,0067	63	77	1,145 · 10 ⁻³	3,0	70	150	171 ³⁻
strontium	Sr	38	87,62	1050	1655	2,64	1,0	215		110 ²⁺
tantaal	Ta	73	180,948	3290	5731	16,4	1,5	143		64 ⁵⁺ ; 72 ⁶⁺
technetium	Tc	43	(98)	2430	4538	11,5	1,9	135		37 ⁷⁺ ; 65 ⁴⁺
telluur	Te ⁴⁺	52	127,60	723	1261	6,232	2,1	137	220	222 ²⁻
tennessine	Ts	117	(294)							
terbium	Tb	65	158,925	1632	3503	8,23	1,1	176		92 ³⁺ ; 76 ⁴⁺
thallium	Tl	81	204,383	577	1746	11,8	1,6	171		93 ³⁺ ; 150 ¹⁺
thorium	Th	90	232,038	2023	5061	11,7	1,3	180		102 ⁴⁺
thulium	Tm	69	168,934	1818	2223	9,32	1,2	172		88 ³⁺
tin	Sn (wit)	50	118,710	505	2875	7,287	2,0	162		112 ²⁺ ; 71 ⁴⁺ ; 294 ⁴⁺

naam	jaartal en ontdekker	herkomst van de naam	komt voor in ... /bereiding	massa% in lithosfeer
actinium	1899 Debierne; 1902 Giesel	gr. <i>aktinos</i> = stralen: radioactieve straling	uraanertsen	$5,5 \cdot 10^{-14}$
aluminium	1825 Oersted; 1827 Wöhler	la. <i>alumen</i> = bitter/aluin	bauxiet, veldspaten	8,3
americium	1944 Seaborg e.a, Chicago	naar Amerika (analoog aan iso-elektronisch Eu)	$^{239}\text{Pu} (2n, \gamma) ^{241}\text{Pu} \rightarrow ^{241}\text{Am}$	
antimoon	oudheid	la. stibium, ar. al-uthmud = spiesglans	gedegen, antimoniet	$2,0 \cdot 10^{-5}$
argon	1894 Ramsay/Rayleigh	gr. <i>argos</i> = inactief	lucht, bronwater	$3,5 \cdot 10^{-4}$
arseen	1250 Albertus Magnus	gr. <i>arsenikon</i> = geel operment	operment, arsenopyriet	$1,8 \cdot 10^{-4}$
astaat	1940 Corson/McKenzie/Segre	gr. <i>astatos</i> = onstabiel	U- en Th-ertsen	$3 \cdot 10^{-24}$
barium	1774 Scheele; 1808 Davy	gr. <i>barus</i> = zwaar	bariet/zwaarspaat	0,042
berkelium	1949 Thompson e.a., Berkeley	naar Berkeley, Californië	$^{241}\text{Am} (\alpha, 2n) ^{243}\text{Bk}$	
beryllium	1798 Vauquelin; 1828 Wöhler, Bussy	gr. <i>berullos</i> = zeegroen (vgl. bril)	beril (smaragd/aquamarijn)	$2,8 \cdot 10^{-4}$
bismut	oudheid; 1739 Pott/Bergman	du. <i>Wismut</i> = weisse Masse = witte massa	gedegen, bismutiet	$1,7 \cdot 10^{-5}$
bohrium	1976 Flerov e. a., Dubna	naar Niels Bohr	$^{209}\text{Bi} (^{54}\text{Cr}, n) ^{262}\text{Bh}$	
boor	oudheid; 1807 Davy; 1892 Moissan	en. <i>boron</i> = samentrekking borax en carbon	borax	$1,0 \cdot 10^{-3}$
broom	1825 Balard/Löwig	gr. <i>bromos</i> = stank	zeewater, zoutlagen	$2,5 \cdot 10^{-4}$
cadmium	1817 Stromeyer	naar Kadmeia, streek in stroomgebied Nijl	zinkmineralen o.a. cadmia/galmei	$2,0 \cdot 10^{-5}$
calcium	1755 Black; 1808 Davy	la. <i>calx</i> = kalk	kalksteen (diverse vormen), schelpen	4,2
californium	1950 Thompson e.a., Berkeley	naar Californië	$^{242}\text{Cm} (\alpha, n) ^{245}\text{Cf}$	
cerium	1803 Klaproth; Berzelius/Hisinger; 1825 Mosander	naar planetoïde Ceres: ontdekt in 1801	cerietaarden o.a. monaziet	$6,0 \cdot 10^{-3}$
cesium	1861 Bunsen/Kirchhoff; 1882 Setterberg	la. <i>caesius</i> = hemelsblauw: spectraallijn	polluciet (een silicaat), mineraalwater	$1,0 \cdot 10^{-4}$
chloor	1774 Scheele; 1807 Davy	gr. <i>chloros</i> = geelgroen	zeewater, sylvien, (steen)zout	0,013
chroom	1798 Vauquelin	gr. <i>chroma</i> = kleur	chromiet, chroomoker, roodlooderts	0,010
copernicium	1996 Hofmann e.a. Darmstadt	naar Nicolaas Copernicus	$^{208}\text{Pb} (^{70}\text{Zn}, n) ^{277}\text{Cn}$	
curium	1944 Seaborg e.a., Chicago	naar Marie en Pierre Curie	$^{239}\text{Pu} (\alpha, n) ^{242}\text{Cm}$	
darmstadtium	1944 Armbruster e.a. Darmstadt	naar Darmstadt, Duitsland	$^{208}\text{Pb} (^{62}\text{Ni}, n) ^{269}\text{Ds}$	
dubnium	1967 Flerov e.a. Dubna; 1970 Ghiorso e.a., Berkeley	naar Dubna, Rusland	$^{243}\text{Am} (^{22}\text{Ne}, 4n) ^{261}\text{Db} / ^{249}\text{Cf} (^{15}\text{N}, 4n) ^{260}\text{Db}$	
dysprosium	1886 Boisbaudran	gr. <i>dusprositos</i> = moeilijk te verkrijgen	monazietaarde	$3,0 \cdot 10^{-4}$
einsteinium	1952 Ghiorso e.a., Berkeley	naar Albert Einstein	$^{238}\text{U} (15n, \gamma) ^{253}\text{U} \rightarrow ^{253}\text{Es}$	
erbium	1842 Mosander; 1934 Klemen/Bommer	naar Ytterby, Zweden	monazietaarde	$2,8 \cdot 10^{-4}$
europium	1896 Demarçay; 1897 Boisbaudran	myth. Europa en Zeus: Eu in spectrum van ruw Sm	monazietaarde	$1,2 \cdot 10^{-4}$
fermium	1952 Ghiorso e.a., Berkeley	naar Enrico Fermi	$^{238}\text{U} (17n, \gamma) ^{255}\text{U} \rightarrow ^{255}\text{Fm}$	
flerovium	1999 team Flerov laboratoria, Dubna	naar Georgy Flyorov	$^{244}\text{Pu} (^{48}\text{Ca}, 3n) ^{289}\text{Fl}$	

moscovium	2004 Joint Institute for Nuclear Research in Dubna (reg. Moskou, Rusland), Berkeley National Laboratory en Oak Ridge National Laboratory	naar de regio Moskou in Rusland	fusie van americium-243 en calcium-48	
natrium	oudheid; 1807 Davy	ar. <i>natron</i> = (element in) soda	zeewater, steenzout, albiet	2,4
neodymium	1841 Mosander; 1885 Auer von Welsbach	gr. <i>neos didymos</i> = nieuwe tweeling	monazietaarde	$2,8 \cdot 10^{-3}$
neon	1898 Ramsay/Travers	gr. <i>neos</i> = nieuw	lucht	$5 \cdot 10^{-7}$
neptunium	1940 McMillan/Abelson	naar de planeet Neptunus	$^{238}\text{U} (\alpha, \gamma) ^{239}\text{U} \rightarrow ^{239}\text{Np}$	
nihonium	2004 RIKEN-instituut (Japan)	naar Japan = Nihon	fusie van zinkkernen met bismuthkernen	
nikkel	oudheid; 1751 Cronstedt; 1775 Bergman	du. <i>Nickel</i> = berggeest	nikkelertsen, nikkelien, Mn-knollen	$7,5 \cdot 10^{-3}$
niobium	1801 Hatchett; 1866 Blomstrand	naar Niobe, dochter van Tantalus	columbiet, tantalieten	$2,0 \cdot 10^{-3}$
nobelium	1958 Ghiorso e.a., Berkeley	naar Alfred Nobel	$^{246}\text{Cm} (^{12}\text{C}, 4n) ^{254}\text{No}$	
oganesson	2006 Joint Institute for Nuclear Research, Lawrence Livermore National Laboratory	naar prof. Youri Oganessian	uit californium-249 en calcium-48	
osmium	1804 Tennant	gr. <i>osme</i> = reuk/stank	gedegen, in erts van Pt-metalen en Au	$1,5 \cdot 10^{-7}$
palladium	1803 Wollaston	naar de planetoïde Pallas, ontdekt in 1802	gedegen, nikkelertsen	$1,0 \cdot 10^{-6}$
platina	1735 de Ulloa; 1750 Watson; 1803 Wollaston	sp. <i>plata</i> = zilver, geld, rijkdom	gedegen, nikkelertsen	$5 \cdot 10^{-7}$
plutonium	1940 Seaborg e.a., Berkeley	naar de planeet Pluto	$^{238}\text{U} (^4\text{He}, 2n) ^{238}\text{Np} \rightarrow ^{238}\text{Pu}$	
polonium	1898 Marie Curie-Sklodowska	naar la. <i>Polonia</i> = Polen	uraanertsen, pekblende	$2 \cdot 10^{-14}$
praseodymium	1885 Auer von Welsbach	gr. <i>praseodidymos</i> = groene tweeling	monazietaarde	$8,2 \cdot 10^{-4}$
promethium	1942 Wu/Segrè/Bethe	naar de titaan Prometheus	uraanertsen	
protactinium	1913 Fajans/Gahring; 1917 Russell; Hahn/Lise Meitner	gr. <i>proton actinium</i> = stamvader van actinium	uraanertsen	$1,4 \cdot 10^{-10}$
radium	1898 Becquerel/Marie en Pierre Curie	la. <i>radius</i> = straal	uraanertsen	$9 \cdot 10^{-11}$
radon	1900 Dorn; 1902 Rutherford/Soddy; 1910 Ramsay	gr. <i>radon</i> = straal	uraanertsen	$4 \cdot 10^{-17}$
renium	1925 Walther en Ida Noddack/Berg	naar la. <i>Rhenus</i> = Rijn	platinaertsen	$5 \cdot 10^{-7}$
rhodium	1803 Wollaston	gr. <i>rhodoeis</i> = rooskleurig	Pt- en Ni-ertsen	$1 \cdot 10^{-7}$
roentgenium	1994 Hofmann, Darmstadt	naar Wilhelm Röntgen	$^{209}\text{Bi} (^{64}\text{Ni}, n) ^{272}\text{Rg}$	
rubidium	1860 Bunsen/Kirchhoff	la. <i>rubidus</i> = donkerrood: spectraallijn (vgl. robijn)	zeewater, lithiumertsen, polluciet	$9,0 \cdot 10^{-3}$
ruthenium	1828 Osann; 1844 Klaus	naar la. <i>Ruthenia</i> = Rusland	gedegen met Pt, Pt-ertsen	$1 \cdot 10^{-7}$
rutherfordium	1964 Flerov e.a.; 1969 Ghiorso e.a., Berkeley	naar Ernest Rutherford	$^{242}\text{Pu} (^{22}\text{Ne}, 4n) ^{260}\text{Rf} / ^{249}\text{Cf} (^{12}\text{C}, 4n) ^{257}\text{Rf}$	
samarium	1879 Boisbaudran; 1901 Demarçay	naar Samarski	monazietaarde, samarskiet	$6,0 \cdot 10^{-4}$
scandium	1879 Nilson; 1881 Cleve	naar la. <i>Scandia</i> = Scandinavië	monazietaarde	$2,2 \cdot 10^{-3}$
seaborgium	1974 Ghiorso e.a., Berkeley; Flerov e.a., Dubna	naar Glenn T. Seaborg	$^{249}\text{Cf} (^{18}\text{O}, 4n) ^{263}\text{Sg} / ^{206}\text{Pb} (^{54}\text{Cr}) ^{260}\text{Sg}$	
seleen	1817 Berzelius/Gahn	gr. <i>Selene</i> = maan	pyriet, berzelianiet	$5,0 \cdot 10^{-6}$

molaire geleidbaarheid in $10^{-3} \Omega^{-1} \text{m}^2 \text{mol}^{-1}$ bij $T = 298 \text{ K}$; in waterige oplossing

H^+	34,965
Li^+	3,866
Na^+	5,008
K^+	7,348
NH_4^+	7,35
Ag^+	6,19
$\frac{1}{2} \text{Mg}^{2+}$	5,30
$\frac{1}{2} \text{Ca}^{2+}$	5,947
$\frac{1}{2} \text{Sr}^{2+}$	5,94
$\frac{1}{2} \text{Ba}^{2+}$	6,36
$\frac{1}{2} \text{Pb}^{2+}$	7,1

OH^-	19,8
F^-	5,54
Cl^-	7,631
Br^-	7,81
I^-	7,68
NO_3^-	7,142
CH_3COO^-	4,09
ClO_4^-	6,73
$\frac{1}{2} \text{SO}_4^{2-}$	8,00

	<i>smeltpunt</i>	<i>kookpunt</i>
NH ₃	195	240
NH ₄ Br		669 ▶ ¹
NH ₄ Cl		611 ▶ ¹
NH ₄ NO ₃	443	▶ ³
(NH ₄) ₂ SO ₄	553 ▶ ²	
NO	110	121
NO ₂	264	294
N ₂ O	182	185
N ₂ O ₄	264	294
NaBr	1020	1663
Na ₂ CO ₃	1129	▶ ²
NaCl	1074	1738
NaF	1269	1977
NaHCO ₃	323 ▶ ²	
NaI	934	1577
NaNO ₂	557	593 ▶ ²
NaNO ₃	580	
NaN ₃	573 ▶ ²	
Na ₂ O	1407	
NaOH	596	1661
Na ₃ PO ₄	1856	
Na ₂ S	1445	
Na ₂ SO ₄	1157	
PCl ₃	180	349
PCl ₅		433 ▶ ¹
PH ₃	139	185
P ₂ O ₃	297	446

	<i>smeltpunt</i>	<i>kookpunt</i>
P ₂ O ₅	835	878
PbCO ₃	588 ▶ ²	
PbCl ₂	774	1224
PbCrO ₄	1117	
Pb(NO ₃) ₂	743	
PbI ₂	683	1145 ▶ ²
PbO	1160	
PbO ₂	563 ▶ ²	
Pb ₃ O ₄	1103 ▶ ²	
PbSO ₄	1360	
SO ₂	198	263
SO ₃	335	
SOCl ₂	172	349
SiC	3103	
SiH ₄	88	161
SiO ₂	846-1995	3223
SnCl ₂	520	896
SnCl ₄	239	387
SnO	1353 ▶ ²	
SnO ₂	1903	
SnS	1154	1483
SnS ₂	873 ▶ ²	
ZnBr ₂	675	943
ZnCO ₃	413 ▶ ²	
ZnCl ₂	563	1005
ZnO	2247	
ZnSO ₄	953 ▶ ²	

1 ▶ sublimatiepunt

2 ▶ ontleedt

3 ▶ explodeert

	<i>smelpunt</i>	<i>kookpunt</i>
dichloorethaanzuur	287	467
trichloorethaanzuur	331	470
aminoethaanzuur (glycine)	563 ^{1,2}	
2-hydroxypropaanzuur (melkzuur)	326	376
hexadecaanzuur (palmitinezuur)	336	625
octadecaanzuur (stearinezuur)	342	623 ^{1,2}
cis-octadec-9-eenzuur (oliezuur)	287	633
cis,cis-octadeca-9,12-dieenzuur (linolzuur)	266	502
benzeencarbonzuur (benzoëzuur)	396	522
ethaandizuur (oxaalzuur)	430 ¹	463 ²
• <i>esters</i>		
methylmethanoaat	174	305
methylethanoaat	175	330
methylpropanoaat	186	353
ethylethanoaat (ethylacetaat)	189	350
ethylpropanoaat	199	372
ethylbutanoaat	175	394
• <i>nitrillen</i>		
ethaannitril	229	355
propaannitril	180	370
butaannitril	161	391
• <i>aminen en ammoniumzouten</i>		
methaanamine [methylamine]	180	267
ethaanamine [ethylamine]	193	290
propaan-1-amine	188	320
propaan-2-amine (isopropylamine)	178	305
butaan-1-amine	224	350
butaan-2-amine	201	336
dimethylamine [N-methylmethaanamine]	181	280
trimethylamine [N,N-dimethylmethaanamine]	156	276

	<i>smelpunt</i>	<i>kookpunt</i>
benzeenamine (aniline)	267	457
methaanaminiumchloride [methylammoniumchloride]	501	
ethaanaminiumchloride [ethylammoniumchloride]	383	
benzeenaminiumchloride	474	518
• <i>nitroverbindingen</i>		
nitromethaan	245	374
nitroëthaan	184	387
nitrobenzeen	279	484
• <i>halogeenverbindingen</i>		
chloormethaan	175	249
broommethaan	179	277
joodmethaan	207	316
chloorethaan	135	285
broomethaan	155	312
joodethaan	162	345
1-chloorpropaan	150	320
2-chloorpropaan	156	309
1-broompropaan	163	344
2-broompropaan	184	333
1-joodpropaan	172	376
2-joodpropaan	183	363
1-chloorbutaan	150	352
1-broombutaan	161	375
dichloormethaan	176	313
dibroommethaan	221	370
trichloormethaan (chloroform)	210	334
tribroommethaan	282	422
tetrachloormethaan (tetra)	251	350
tetrabroommethaan	365	463
dichloordifluormethaan (freon-12)	116	243
chloorbenzeen	228	405
broombenzeen	242	429

1 ► sublimatiepunt

2 ► ontleedt

oplosbaarheid in mol per liter water bij $p = p_0$

<i>tempe- ratuur</i>	H ₂	N ₂	CO	O ₂	CO ₂	Cl ₂	H ₂ S	SO ₂	HCl	HBr	NH ₃
K	10 ⁻³ molL ⁻¹	10 ⁻³ molL ⁻¹	10 ⁻³ molL ⁻¹	10 ⁻³ molL ⁻¹	10 ⁻³ molL ⁻¹	10 ⁻³ molL ⁻¹	10 ⁻³ molL ⁻¹	molL ⁻¹	molL ⁻¹	molL ⁻¹	molL ⁻¹
273	0,960	1,05	1,58	2,18	76,3	206	208	3,56	22,6	27,4	52,5
283	0,879	0,830	1,26	1,70	53,1	141	152	2,53	21,1	26,0	40,0
293	0,817	0,688	1,04	1,38	38,8	103	115	1,76	19,7	24,4	31,3
298	0,790	0,638	0,955	1,26	33,5	90,2	102	1,46	19,0	23,9	27,8
303	0,759	0,598	0,893	1,16	29,5	80,4	91,1	1,18	18,3	23,0	25,1
313	0,732	0,527	0,790	1,03	23,2	64,3	74,1	0,84	17,2	22,0	21,5
323	0,719	0,487	0,719	0,933	19,2	54,5	62,1	0,66	16,0	21,2	19,5
333	0,714	0,455	0,665	0,871	15,6	45,5	53,1	0,54	15,1	20,4	18,5
343		0,438	0,643	0,817		38,4	45,5	0,53	14,3	18,5	17,5
353		0,429	0,638	0,786		30,4	41,1		13,6	17,6	
363		0,424	0,634	0,768		17,4	37,5		13,3		
373		0,424	0,629	0,759		0,0	36,2				

■ De concentratie van het opgeloste gas is evenredig met de partiële druk van het gas (wet van Henry). Dit geldt voor gassen die geen reactie geven met het oplosmiddel.

Zuurstof in chloridehoudend water

B

oplosbaarheid in 10⁻³ L O₂(g) per liter water; $p = p_0$

<i>concentratie Cl⁻</i>	<i>temperatuur in K</i>						
g L ⁻¹	273	278	283	288	293	298	303
0	49	43	38	34	31	28	26
5	46	41	36	32	29	26	24
10	43	38	34	31	28	25	23
15	41	36	32	29	26	24	22
20	38	34	30	27	25	23	21

■ Gemiddelde samenstelling van onvervuild zeewater: zie tabel 64A.

	mol kg water	g kg water
KNO ₃	3,79	$3,83 \cdot 10^2$
KOH	$2,15 \cdot 10^1$	$1,21 \cdot 10^3$
KSCN	$2,45 \cdot 10^1$	$2,38 \cdot 10^3$
K ₂ SO ₄	$6,88 \cdot 10^{-1}$	$1,20 \cdot 10^2$
MgCl ₂ ·6H ₂ O	3,60	$7,31 \cdot 10^2$
MgSO ₄ ·7H ₂ O	2,16	$5,32 \cdot 10^2$
NH ₄ Cl	7,39	$3,96 \cdot 10^2$
NH ₄ NO ₃	$2,65 \cdot 10^1$	$2,13 \cdot 10^3$
(NH ₄) ₂ SO ₄	5,78	$7,64 \cdot 10^2$
NaBr	9,19	$9,46 \cdot 10^2$
Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	2,90	$8,29 \cdot 10^2$
NaCl	6,15	$3,60 \cdot 10^2$

	mol kg water	g kg water
NaHCO ₃	1,22	$1,03 \cdot 10^2$
NaHSO ₄	5,26	$6,32 \cdot 10^2$
NaI	$1,23 \cdot 10^1$	$1,84 \cdot 10^3$
NaNO ₂	$1,23 \cdot 10^1$	$8,48 \cdot 10^2$
NaNO ₃	$1,07 \cdot 10^1$	$9,12 \cdot 10^2$
NaOH	$2,50 \cdot 10^1$	$1,00 \cdot 10^3$
Na ₂ S	2,64	$2,06 \cdot 10^2$
Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	1,46	$4,70 \cdot 10^2$
Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	3,37	$8,35 \cdot 10^2$
Pb(NO ₃) ₂	1,80	$5,97 \cdot 10^2$
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	2,46	$7,09 \cdot 10^2$

■ De gegeven waarden betreffen de oplosbaarheid per totale hoeveelheid water.

Bij een hydraat moet de som van het kristalwater en het toegevoegde oploswater worden genomen.

In verschillende oplosmiddelen

C

oplosbaarheid bij kamertemperatuur in verschillende oplosmiddelen

	<i>water</i>	<i>propanon (aceton)</i>	<i>ethanol (alcohol)</i>	<i>ethoxyethaan (ether)</i>	<i>koolstof- disulfide</i>
propanon (aceton)	∞		∞	∞	∞
ethanol (alcohol)	∞	∞		∞	m
ethoxyethaan (ether)	m	∞	∞		∞
fosfor rood	—	—	—	—	—
fosfor wit	s	s	s	m	g ¹
jood	s ²	g	g ¹	g	g
koolstofdisulfide	s	∞	m	∞	
paraffine	—	s	s	m	g ¹
octadecaanzuur (stearinezuur)	—	g	g	g ¹	m
zwavel (rombisch)	—	s	s	s	g ¹

■ betekenis der symbolen:

- onoplosbaar
- s slecht oplosbaar
- m matig oplosbaar
- g goed oplosbaar
- ∞ in alle verhoudingen mengbaar

1 ► meest gebruikte oplosmiddel(en)

2 ► goed oplosbaar in een kaliumjodideoplossing onder vorming van I₃⁻-ionen

bij 298 K

Bij deeltjes zonder toestandsaanduiding moet steeds (aq) worden gelezen.

evenwichtsreactie ¹

dissociatieconstante

 K_d pK_d

$\text{Ag}(\text{CN})_2^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{AgCN(s)} + \text{CN}^-$	$4 \cdot 10^{-6}$	5,4
AgCl_2^-	$\rightleftharpoons$	$\text{AgCl(s)} + \text{Cl}^-$	$2 \cdot 10^{-4}$	-4,3
$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$	$\rightleftharpoons$	$\text{Ag}^+ + 2 \text{NH}_3$	$5,9 \cdot 10^{-8}$	7,23
$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$	$\rightleftharpoons$	$\text{Ag}^+ + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$1 \cdot 10^{-13}$	13,0
$\text{Al}(\text{OH})_4^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{OH}^-$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	1,60
AlF_6^{3-}	$\rightleftharpoons$	$\text{Al}^{3+} + 6 \text{F}^-$	$2 \cdot 10^{-20}$	19,7
$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	$\rightleftharpoons$	$\text{Co}^{2+} + 6 \text{NH}_3$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	4,89
$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$	$\rightleftharpoons$	$\text{Co}^{3+} + 6 \text{NH}_3$	10^{-33}	33
CuCl_4^{2-}	$\rightleftharpoons$	$\text{Cu}^{2+} + 4 \text{Cl}^-$	$2,4 \cdot 10^{-6}$	5,62
$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$	$\rightleftharpoons$	$\text{Cu}^{2+} + 4 \text{NH}_3$	$7,1 \cdot 10^{-14}$	13,15
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	$\rightleftharpoons$	$\text{Fe}^{2+} + 6 \text{CN}^-$	10^{-24}	24
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$	$\rightleftharpoons$	$\text{Fe}^{3+} + 6 \text{CN}^-$	10^{-31}	31
FeSCN^{2+}	$\rightleftharpoons$	$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^-$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	2,96
HgI_4^{2-}	$\rightleftharpoons$	$\text{HgI}_2(\text{s}) + 2 \text{I}^-$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	6,00
I_3^-	$\rightleftharpoons$	$\text{I}_2 + \text{I}^-$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	2,85
$\text{Pb}(\text{OH})_4^{2-}$	$\rightleftharpoons$	$\text{Pb}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2 \text{OH}^-$	$1 \cdot 10^{-1}$	-1,0
$\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$	$\rightleftharpoons$	$\text{Zn}^{2+} + 4 \text{NH}_3$	$2,6 \cdot 10^{-10}$	9,59
$\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$	$\rightleftharpoons$	$\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2 \text{OH}^-$	$1 \cdot 10^{-1}$	1,0

EDTA-complexen

 Y^{4-} = EDTA = ethyleendiaminetetraäcetaat [ethyleendinitrilotetraëthanoaat]

AgY^{3-}	$\rightleftharpoons$	$\text{Ag}^+ + \text{Y}^{4-}$	$4,8 \cdot 10^{-8}$	7,32
AlY^-	$\rightleftharpoons$	$\text{Al}^{3+} + \text{Y}^{4-}$	$7,4 \cdot 10^{-17}$	16,13
BaY^{2-}	$\rightleftharpoons$	$\text{Ba}^{2+} + \text{Y}^{4-}$	$1,7 \cdot 10^{-8}$	7,76
CaY^{2-}	$\rightleftharpoons$	$\text{Ca}^{2+} + \text{Y}^{4-}$	$2,0 \cdot 10^{-11}$	10,70
CuY^{2-}	$\rightleftharpoons$	$\text{Cu}^{2+} + \text{Y}^{4-}$	$1,6 \cdot 10^{-19}$	18,80
FeY^{2-}	$\rightleftharpoons$	$\text{Fe}^{2+} + \text{Y}^{4-}$	$4,7 \cdot 10^{-15}$	14,33
FeY^-	$\rightleftharpoons$	$\text{Fe}^{3+} + \text{Y}^{4-}$	$7,9 \cdot 10^{-26}$	25,10
MgY^{2-}	$\rightleftharpoons$	$\text{Mg}^{2+} + \text{Y}^{4-}$	$2,0 \cdot 10^{-9}$	8,69
PbY^{2-}	$\rightleftharpoons$	$\text{Pb}^{2+} + \text{Y}^{4-}$	$9,1 \cdot 10^{-19}$	18,04
ZnY^{2-}	$\rightleftharpoons$	$\text{Zn}^{2+} + \text{Y}^{4-}$	$3,2 \cdot 10^{-17}$	16,50

¹ In deze reactievergelijkingen zijn de eventuele H_2O -liganden steeds weggelaten.

<i>oxidator</i>		<i>reductor</i>	<i>standaard- elektrodepotentiaal</i>
$\text{HgCl(s)} + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Hg(l)} + \text{Cl}^-$ ⁴	+0,27
$\text{AgCl(s)} + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Ag(s)} + \text{Cl}^-$	+0,22
$\text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O(l)}$ ⁵	+0,17
$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Cu^+	+0,15
$\text{Mn(OH)}_3\text{(s)} + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Mn(OH)}_2\text{(s)} + \text{OH}^-$	+0,15
$\text{MnO}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{MnO(OH)(s)} + \text{OH}^-$	+0,15
$2 \text{NO}_2^- + 3 \text{H}_2\text{O(l)} + 4 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{N}_2\text{O(g)} + 6 \text{OH}^-$	+0,15
$\text{Sn}^{4+} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Sn^{2+}	+0,15
$\text{S(s)} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_2\text{S(g)}$	+0,14
$\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	+0,10
$\text{N}_2\text{(g)} + 6 \text{H}^+ + 6 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	2NH_3	+0,09
$\text{HCOOH} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O(l)}$	+0,08
$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O(l)} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{NO}_2^- + 2 \text{OH}^-$ ⁶	+0,01
$2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_2\text{(g)}$	0
$\text{S(s)} + \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	HS^-	-0,06
$\text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O(l)}$ ⁵	-0,09
$\text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Pb(s)	-0,13
$\text{Sn}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Sn(s)	-0,14
$\text{Ni}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Ni(s)	-0,26
$\text{Co}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Co(s)	-0,28
$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	-0,28
$\text{PbSO}_4\text{(s)} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Pb(s)} + \text{SO}_4^{2-}$	-0,36
$\text{Cd}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Cd(s)	-0,40
$\text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Fe(s)	-0,45
$\text{S(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{HS}^- + \text{OH}^-$	-0,48
$2 \text{CO}_2\text{(g)} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	-0,49
$\text{Ni(OH)}_2\text{(s)} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Ni(s)} + 2 \text{OH}^-$	-0,72
$\text{Cr}^{3+} + 3 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Cr(s)	-0,74
$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Zn(s)	-0,76
$\text{Cd(OH)}_2\text{(s)} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Cd(s)} + 2 \text{OH}^-$	-0,81
$2 \text{H}_2\text{O(l)} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_2\text{(g)} + 2 \text{OH}^-$	-0,83
$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O(l)} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{SO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^-$ ⁵	-0,93
$\text{Zn(OH)}_4^{2-} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Zn(s)} + 4 \text{OH}^-$	-1,20
$\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Al(s)	-1,66
$\text{Al(OH)}_4^- + 3 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Al(s)} + 4 \text{OH}^-$	-2,33
$\text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Mg(s)	-2,37
$\text{Mg(OH)}_2\text{(s)} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Mg(s)} + 2 \text{OH}^-$	-2,69
$\text{Na}^+ + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Na(s)	-2,71
$\text{Ca}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Ca(s)	-2,87
$\text{Ba}^{2+} + 2 \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Ba(s)	-2,91
$\text{K}^+ + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	K(s)	-2,93
$\text{Li}^+ + \text{e}^-$	$\rightleftharpoons$	Li(s)	-3,04

■ De vermelde waarden kunnen in enkele gevallen vrij sterk afwijken van gegevens uit andere bronnen.
Meestal is de keuze van het milieu de oorzaak.

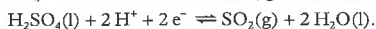
1 ► eigenlijk: $2 \text{Hg}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+}$

2 ► Er stelt zich een evenwicht in: $\text{N}_2\text{O}_4\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2\text{(g)}$.

3 ► eigenlijk: $\text{Hg}_2^{2+} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Hg(l)}$

4 ► eigenlijk: $\text{Hg}_2\text{Cl}_2\text{(s)} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Hg(l)} + 2 \text{Cl}^-$

5 ► SO_4^{2-} is alléén oxidator in warm, geconcentreerd H_2SO_4 volgens:



6 ► Treedt alleen op onder invloed van enzymen.

zuur	zuurconstante		base	baseconstante	
	K_a	pK_a		K_b	pK_b
$\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$	6,74	$\text{FeOH}(\text{H}_2\text{O})_5^+$	$5,5 \cdot 10^{-8}$	7,26
H_2AsO_4^-	$1,7 \cdot 10^{-7}$	6,76	HAsO_4^{2-}	$5,8 \cdot 10^{-8}$	7,24
H_2S	$8,9 \cdot 10^{-8}$	7,05	HS^-	$1,1 \cdot 10^{-7}$	6,95
H_2PO_4^-	$6,2 \cdot 10^{-8}$	7,21	HPO_4^{2-}	$1,6 \cdot 10^{-7}$	6,79
HSO_3^-	$6,2 \cdot 10^{-8}$	7,21	SO_3^{2-}	$1,6 \cdot 10^{-7}$	6,79
HClO	$4,0 \cdot 10^{-8}$	7,40	ClO^-	$2,5 \cdot 10^{-7}$	6,60
$\text{Pb}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$	7,80	$\text{PbOH}(\text{H}_2\text{O})_{n-1}^+$	$6,3 \cdot 10^{-7}$	6,20
$\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$	8,00	$\text{CuOH}(\text{H}_2\text{O})_5^+$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	6,00
HBrO	$2,8 \cdot 10^{-9}$	8,55	BrO^-	$3,5 \cdot 10^{-6}$	5,45
$\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	8,96	$\text{ZnOH}(\text{H}_2\text{O})_5^+$	$9,1 \cdot 10^{-6}$	5,04
HCN	$6,1 \cdot 10^{-10}$	9,21	CN^-	$1,6 \cdot 10^{-5}$	4,79
H_3AsO_3	$6,0 \cdot 10^{-10}$	9,22	H_2AsO_3^-	$1,7 \cdot 10^{-5}$	4,78
NH_4^+	$5,6 \cdot 10^{-10}$	9,25	NH_3	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
H_3BO_3	$5,4 \cdot 10^{-10}$	9,27	H_2BO_3^-	$1,9 \cdot 10^{-5}$	4,73
$\text{NH}_3^+ - \text{CH}_2 - \text{COO}^-$	$1,7 \cdot 10^{-10}$	9,78	$\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COO}^-$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	4,22
$(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$	$1,6 \cdot 10^{-10}$	9,80	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	4,20
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	9,99	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$	$9,8 \cdot 10^{-5}$	4,01
HCO_3^-	$4,7 \cdot 10^{-11}$	10,33	CO_3^{2-}	$2,1 \cdot 10^{-4}$	3,67
HIO	$2,3 \cdot 10^{-11}$	10,64	IO^-	$4,4 \cdot 10^{-4}$	3,36
$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$	$2,2 \cdot 10^{-11}$	10,65	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	3,35
$\text{CH}_3 - \text{NH}_3^+$	$2,2 \cdot 10^{-11}$	10,66	$\text{CH}_3 - \text{NH}_2$	$4,6 \cdot 10^{-4}$	3,34
$(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+$	$1,9 \cdot 10^{-11}$	10,73	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	$5,4 \cdot 10^{-4}$	3,27
HAsO_4^{2-}	$5,1 \cdot 10^{-12}$	11,29	AsO_4^{3-}	$1,9 \cdot 10^{-3}$	2,71
H_2O_2	$2,4 \cdot 10^{-12}$	11,62	HO_2^-	$4,2 \cdot 10^{-3}$	2,38
$\text{HC}_6\text{H}_6\text{O}_6^- (\text{HAz}^-)$	$1,8 \cdot 10^{-12}$	11,75	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6^{2-} (\text{Az}^{2-})$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	2,25
HPO_4^{2-}	$4,8 \cdot 10^{-13}$	12,32	PO_4^{3-}	$2,1 \cdot 10^{-2}$	1,68
H_2O			OH^-		
HS^-	$\ll 10^{-14}$	> 14	S^{2-}	$\gg 1$	< 0
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$	$\ll 10^{-14}$	> 14	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{O}^-$	$\gg 1$	< 0
H_2	$\ll 10^{-14}$	> 14	H^-	$\gg 1$	< 0
NH_3	$\ll 10^{-14}$	> 14	NH_2^-	$\gg 1$	< 0
OH^-	$\ll 10^{-14}$	> 14	O^{2-}	$\gg 1$	< 0

berekend met behulp van de formules van tabel 37C

			T = 298 K		T = 500 K		T = 750 K		T = 1000 K	
			log K	K	log K	K	log K	K	log K	K
H ₂ (g) + Cl ₂ (g)	⇌	2 HCl(g)	+33,38	2,4 · 10 ³³	+20,32	2,1 · 10 ²⁰	+13,89	7,8 · 10 ¹³	+10,68	4,7 · 10 ¹⁰
H ₂ (g) + I ₂ (g)	⇌	2 HI(g)	+2,94	8,7 · 10 ²	+2,21	1,6 · 10 ²	+1,85	7,0 · 10 ¹	+1,66	4,6 · 10 ¹
2 H ₂ (g) + O ₂ (g)	⇌	2 H ₂ O(g)	+80,10	1,3 · 10 ⁸⁰	+45,89	7,8 · 10 ⁴⁵	+29,05	1,1 · 10 ²⁹	+20,63	4,3 · 10 ²⁰
N ₂ (g) + 3 H ₂ (g)	⇌	2 NH ₃ (g)	+5,83	6,8 · 10 ⁵	-0,70	2,0 · 10 ⁻¹	-3,92	1,2 · 10 ⁻⁴	-5,53	3,0 · 10 ⁻⁶
N ₂ (g) + O ₂ (g)	⇌	2 NO(g)	-30,73	4,2 · 10 ⁻³¹	-17,59	2,6 · 10 ⁻¹⁸	-11,30	5,0 · 10 ⁻¹²	-8,15	7,1 · 10 ⁻⁹
2 NO(g) + O ₂ (g)	⇌	2 NO ₂ (g)	+12,21	1,6 · 10 ¹²	+4,22	1,6 · 10 ⁴	+0,28	1,9	-1,69	2,0 · 10 ⁻²
2 NO ₂ (g)	⇌	N ₂ O ₄ (g)	+0,95	8,9	-3,16	6,9 · 10 ⁻⁴	-5,18	6,6 · 10 ⁻⁶	-6,19	6,5 · 10 ⁻⁷
NH ₃ (g) + HCl(g)	⇌	NH ₄ Cl(s)	+16,13	1,4 · 10 ¹⁶	+3,62	4,2 · 10 ³	-2,54	2,9 · 10 ⁻³	-5,62	2,4 · 10 ⁻⁶
2 SO ₂ (g) + O ₂ (g)	⇌	2 SO ₃ (g)	+24,53	3,4 · 10 ²⁴	+10,63	4,3 · 10 ¹⁰	+3,79	6,2 · 10 ³	+0,36	2,3
C(s) + CO ₂ (g)	⇌	2 CO(g)	-21,00	1,0 · 10 ⁻²¹	-8,80	1,6 · 10 ⁻⁹	-2,79	1,6 · 10 ⁻³	+0,21	1,6
CO(g) + H ₂ O(g)	⇌	CO ₂ (g) + H ₂ (g)	+5,00	9,9 · 10 ⁴	+2,08	1,2 · 10 ²	+0,65	4,5	-0,065	8,6 · 10 ⁻¹
CaCO ₃ (s)	⇌	CaO(s) + CO ₂ (g)	-22,60	2,6 · 10 ⁻²³	-10,00	9,9 · 10 ⁻¹¹	-3,81	1,6 · 10 ⁻⁴	-0,71	2,0 · 10 ⁻¹
2 HgO(s)	⇌	2 Hg(l) + O ₂ (g)	-20,51	3,1 · 10 ⁻²¹	-7,68	2,1 · 10 ⁻⁸	-1,36	4,4 · 10 ⁻²	+1,80	6,3 · 10 ¹
3 O ₂ (g)	⇌	2 O ₃ (g)	-57,20	6,4 · 10 ⁻⁵⁸	-37,02	9,5 · 10 ⁻³⁸	-27,11	7,7 · 10 ⁻²⁸	-22,16	6,9 · 10 ⁻²³

Voor gasevenwicht: $m A + n B \rightleftharpoons q C + r D$ geldt:

$$K_p = K'_p p_R^{(q+r-m-n)} \text{ met } K'_p = \frac{p'_C{}^q p'_D{}^r}{p'_A{}^m p'_B{}^n}$$

Hierin is K_p de drukevenwichtsconstante en $p'_X = \frac{p_X}{p_R}$ (X = A, B, C of D)

met p_X als de *partiële* evenwichtsdruk van gas X, in de regel in bar
en p_R als een referentiedruk, in de regel 1 bar.

De gegevens in deze tabel zijn berekend volgens: $R \ln K = \Delta S^0 - \frac{\Delta H^0}{T}$

Hierin is de thermodynamische evenwichtsconstante K in goede benadering gelijk aan K'_p
en als men p_X in bar uitdrukt en voor p_R 1 bar neemt, zijn de waarden van K_p en K dus aan elkaar gelijk.

bindingslengte in 10^{-12} m

H-H	74
F-F	141
Cl-Cl	199
Br-Br	228
I-I	267
O-O(H ₂ O ₂)	148
O≡O (O ₃)	128
O=O	121
N-N(N ₂ H ₄)	145
N≡N	113
C-C	153
C≡C (benzeen)	140
C=C	134
C≡C	120

H-F	92
H-Cl	127
H-Br	141
H-I	161
H-O	96
H-S	134
N-H	101
P-H	142
C-H	108
Si-H	148
C-F	139
C-Cl	179
C-Br	194
C-I	213

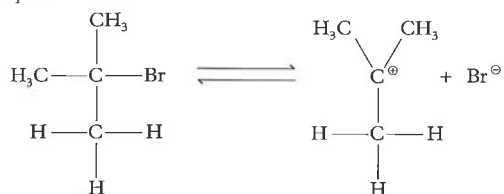
C-O	142
C-O (HCOOH)	136
C≡O (CO ₃ ²⁻)	131
C≡O (HCOO ⁻)	125
C=O (HCOOH)	121
C=O (aldehyde, keton)	121
C=O (CO ₂)	116
C≡O (CO)	113
C-N	146
C≡N (benzeenamine)	135
C=N	121
C≡N	116
N≡O (NO ₂)	119
N=O (NO)	115
S≡O (SO ₂)	143

bindingshoek in graden

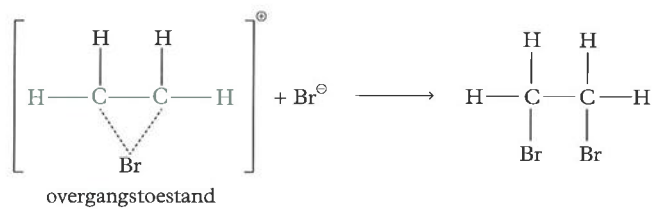
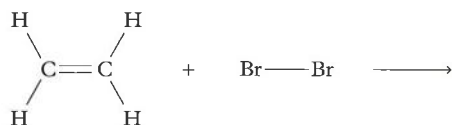
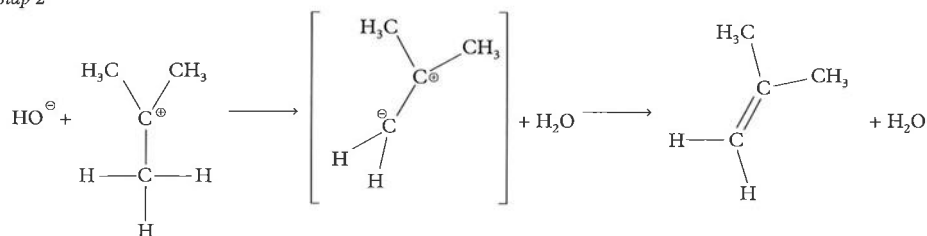
molecuul of ion	hoek	grootte
CH ₄	HCH	109,5
CH ₃ Cl	HCH	110,8
CH ₂ Cl ₂	HCH	111,5
idem	ClCCl	112,0
CHCl ₃	ClCCl	111,3
CCl ₄	ClCCl	109,5
NH ₃	HNH	106,7
PH ₃	HPH	93,3
H ₂ O	HOH	104,5
H ₂ S	HSH	92,1
SO ₂	OSO	119,3
O ₃	OOO	117,5
ClO ₃ ⁻	OCIO	106,7

molecuul of ion	hoek	grootte
ClO ₂ ⁻	OCIO	110,5
SO ₃	OSO	120
CO ₂	OCO	180
CO ₃ ²⁻	OCO	120
NO ₃ ⁻	ONO	120
NO ₂ ⁻	ONO	115
C ₂ H ₄	HCH	117
C ₂ H ₂	HCC	180
C ₆ H ₆	CCC	120
idem	CCH	120
H ₃ C-O-CH ₃	COC	114
H ₂ CO	HCH	117

Stap 1



Stap 2



verbrandingswarmte in 10^5 J mol^{-1} bij $T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$, het gevormde water komt vrij als vloeistof

methaan(g)	-8,90
ethaan(g)	-15,59
propaan(g)	-22,19
butaan(g) (<i>n</i> -butaan)	-28,75
2-methylpropaan(g) (isobutaan)	-28,67
cyclopropaan(g)	-20,77
etheen(g)	-14,10
propeen(g)	-20,57
but-1-een(g)	-27,15
<i>cis</i> -but-2-een(g)	-27,08
<i>trans</i> -but-2-een(g)	-27,00
buta-1,3-dieen(g)	-25,40
benzeen(l)	-32,70
tolueen(l) [methylbenzeen]	-39,07
ethyn(g) (acetyleen)	-12,99
propyn(g)	-19,37
methanol(l)	-7,26
ethanol(l) (alcohol)	-13,66
propaan-1,2,3-triol(l) (glycerol)	-16,61

methanal(g)	-5,50
ethanal(g)	-11,66
methoxymethaan(g)	-14,53
ethoxyethaan(l) (ether)	-27,25
methaanzuur(l) (mierenzuur)	-2,70
ethaanzuur(l) (azijnzuur)	-8,72
propaanzuur(l) (propionzuur)	-15,75
ethaandizuur(s) (oxaalzuur)	-2,46
fumaarzuur(s)	-13,39
melkzuur(s)	-13,64
citroenzuur(s)	-19,85
alanine(s)	-16,22
ureum(s)	-6,34
ribose(s)	-23,49
glucose(s)	-28,16
galactose(s)	-28,06
maltose(s)	-56,49
sacharose(s)	-56,47

■ Warmte betekent hier opgenomen (positief) of afgestane (negatief) energie bij constante omgevingsdruk.

■ Stookwaarden: zie tabel 28B.

vormingswarmte in 10^5 J mol^{-1} bij $T = 298 \text{ K}$ en $p = p_0$

methaan(g)	-0,75
ethaan(g)	-0,84
propaan(g)	-1,04
butaan(g) (<i>n</i> -butaan)	-1,26
2-methylpropaan(g) (isobutaan)	-1,34
cyclopropaan(g)	+0,53
etheen(g)	+0,52
propeen(g)	+0,20
but-1-een(g)	+0,01
<i>cis</i> -but-2-een(g)	-0,07
<i>trans</i> -but-2-een(g)	-0,11
buta-1,3-dieen(g)	+1,10
benzeen(l)	+0,49
tolueen(l) [methylbenzeen]	+0,12
ethyn(g) (acetyleen)	+2,27
propyn(g)	+1,85

methanol(l)	-2,39
ethanol(l)	-2,78
methanal(g)	-1,09
ethanal(g)	-1,92
methoxymethaan(g)	-1,84
ethoxyethaan(l) (ether)	-2,80
methaanzuur(l) (mierenzuur)	-4,25
ethaanzuur(l) (azijnzuur)	-4,84
methaanamine(g) [methylazaan]	-0,23
ethaanamine(g) [ethylazaan]	-0,48
chloormethaan(g)	-0,82
broommethaan(g)	-0,35
joodmethaan(l)	-0,14
dichloormethaan(l)	-1,24
trichloormethaan(l) (chloroform)	-1,34
tetrachloormethaan(l) (tetra)	-1,28

■ Bij koolstof wordt grafiet als uitgangsstof genomen.

■ Warmte betekent hier opgenomen (positief) of afgestaan (negatief) energie bij constante omgevingsdruk.

bindingsenergie in 10^5 J mol^{-1} bij $T = 298 \text{ K}$; de opgegeven waarden gelden per mol binding

H-H	-4,36	H...O (H-brug)	-0,22 ¹	C-F	-4,4 ¹	C-H (aldehyde)	-3,6 ¹
F-F	-1,53	H-O (H ₂ O)	-4,635	C-Cl	-3,3 ¹	C-H (overige)	-4,1 ¹
Cl-Cl	-2,43	H-O (alcohol)	-4,5 ¹	C-Br	-2,8 ¹	C-C	-3,5 ¹
Br-Br	-1,93	H-S (H ₂ S)	-3,44	C-I	-2,4 ¹	C=C	-6,1 ¹
I-I	-1,51	H-Se (H ₂ Se)	-2,77	C≡O (fenol)	-3,7	C≡C	-8,3 ¹
O=O	-4,98	H-Te (H ₂ Te)	-2,44	C=O (CO ₂)	-8,04	C≡C (benzeen)	-5,05
O-O (H ₂ O ₂)	-2,13	N-H (NH ₃)	-3,91	C=O (overige)	-8,0 ¹	C-Si	-3,0 ¹
S-S	-2,64	N-H (amine)	-3,9 ¹	C-O	-3,5 ¹		
N≡N	-9,45	P-H (PH ₃)	-3,22	C-S	-2,6 ¹		
N-N	-0,85	As-H (AsH ₃)	-2,45	C-N	-2,8 ¹		
H-F	-5,63	P-Cl (PCl ₃)	-3,32	C≡N (benzeen-amine)	-4,5		
H-Cl	-4,32	P-Br (PBr ₃)	-2,78	C=N	-6,2 ¹		
H-Br	-3,66	P-I (PI ₃)	-2,14	C≡N	-8,9 ¹		
H-I	-2,99						

1 ► gemiddelde waarde

hydratatie-energie in 10^5 J mol^{-1} bij $T = 298 \text{ K}$

H ⁺	-10,8
Li ⁺	-5,0
Na ⁺	-3,9
K ⁺	-3,1
Rb ⁺	-2,8
Cs ⁺	-2,5
Ag ⁺	-4,6
NH ₄ ⁺	-2,8

Mg ²⁺	-18,9
Ca ²⁺	-15,6
Ba ²⁺	-12,7
Zn ²⁺	-20,1
Cu ²⁺	-20,7
Fe ²⁺	-18,9

Al ³⁺	-46,1
Fe ³⁺	-43,3

OH ⁻	-5,4
F ⁻	-5,2
Cl ⁻	-3,8
Br ⁻	-3,5
I ⁻	-3,1

Ionisatie-energieën en elektronenaffiniteiten

62

Ionisatie-energieën

A

E_i in 10^5 J mol^{-1}

H/H ⁺	+13,1
Li/Li ⁺	+5,2
Na/Na ⁺	+5,0
K/K ⁺	+4,2
Rb/Rb ⁺	+4,0
Cs/Cs ⁺	+3,8
Ag/Ag ⁺	+7,3

Mg/Mg ²⁺	+21,9
Ca/Ca ²⁺	+17,4
Ba/Ba ²⁺	+14,7
Zn/Zn ²⁺	+26,4
Cu/Cu ²⁺	+27,0
Fe/Fe ²⁺	+23,2

Al/Al ³⁺	+51,4
Fe/Fe ³⁺	+52,8

Elektronenaffiniteiten

B

E_{ea} in 10^5 J mol^{-1}

H/H ⁻	-0,73
F/F ⁻	-3,3
Cl/Cl ⁻	-3,5
Br/Br ⁻	-3,2
I/I ⁻	-3,0

OH/OH ⁻	-1,8
SH/SH ⁻	-2,2

O/O ⁻	-1,4
S/S ⁻	-2,0

O/O ²⁻	+6,5
S/S ²⁻	+4,5

Gemiddelde samenstelling van onvervuild zeewater

A

<i>voornaamste bestanddelen</i>	<i>g L⁻¹</i>	<i>% droge massa</i>	<i>voornaamste bestanddelen</i>	<i>g L⁻¹</i>	<i>% droge massa</i>
boorzuur	0,027	0,075	magnesiumionen	1,304	3,689
bromide-ionen	0,067	0,189	natriumionen	10,820	30,613
calciumionen	0,410	1,160	strontiumionen	0,013	0,038
chloride-ionen	19,455	55,044	sulfaationen	2,715	7,682
fluoride-ionen	0,001	0,003	waterstofcarbonaationen	0,144	0,406
kaliumionen	0,390	1,102	kwikionen	$30 \cdot 10^{-9}$	—

■ Aanwezig zijn sporen van: argon, aluminiumionen, jodide-ionen, kobaltionen, koolstof-14, loodionen, nikkelionen, radiumionen, ijzerionen en zinkionen.

Verbranding in lucht

B

brandstof	vrijkomende stoffen								andere verontreinigende producten
	hoofdproducten		producten bij onvolledige verbranding		luchtverontreinigende producten				
	CO ₂	H ₂ O	CO	roet	as	SO ₂	NO	NO ₂	
bruinkool, steenkool	•	•	•	•	•	•	•	•	diverse (w.o. zware metalen)
turf	•	•	•				•		polycyclische koolwaterstoffen
hout	•	•	•	•	•		•		
stookolie	•	•	•	•	•	•	•	•	(polycyclische) koolwaterstoffen, diverse (w.o. zware metalen)
gasolie	•	•	•	•		•	•	•	(polycyclische) koolwaterstoffen
benzine	•	•	•	•			•	•	
butagas, butaan	•	•	•				•	•	
aardgas, methaan									
alcohol	•	•	•				•		
ethyleen [etheen], acetyleen [ethyn]	•	•	•	•			•	•	
koolstofmono-oxide	•						•		

■ CO en roet ontstaan vooral bij een tekort aan lucht.

Eigenschappen van chemicaliën

65

Vlamkleuringen

A

Vluchtige verbindingen (onder andere chloriden) kunnen een kleurloze vlam een karakteristieke kleur geven. De te onderzoeken stof wordt daartoe gemengd met geconcentreerd zoutzuur en op een platinadraad in de vlam gebracht. Men kan dan onderstaande vlamkleuringen waarnemen:

natrium	geel	calcium	steenrood	tin	blauw
kalium	zwak violet	barium	geelgroen	lood	zwak blauw
lithium	wijnrood	koper	groen	bismut	zwak blauwgrijs
strontium	wijnrood				

	wit	licht- geel	geel	geel- groen	licht- groen	groen	oranje	rose	rood	bruin	blauw	donker- blauw	paars- violet	grijs- zwart	zwart
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{s})$						■									
$\text{HgI}_2(\text{s})$ ▶ ¹			■						■						
$\text{HgO}(\text{s})$ ▶ ¹			■						■						
$\text{HgS}(\text{s})$ ▶ ¹	■								■						■
$\text{I}_2(\text{s})$														■	
$\text{I}_2(\text{g})$													■		
I_2 (in apolaire oplos- middelen) ▶ ¹										■			■		
$\text{I}_3(\text{aq})$			■							■					
I_2 -zetmeel(aq) ▶ ²						■				■	■	■	■		■
$\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{s})$			■												
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s})$							■								
$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6(\text{s})$									■						
$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}(\text{s})$			■												
$\text{KFeFe}(\text{CN})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s})$												■			
$\text{KMnO}_4(\text{s})$													■		
$\text{K}_2\text{MnO}_4(\text{s})$						■									
$\text{MnO}_2(\text{s})$										■					■
$\text{MnO}_4^-(\text{aq})$													■		
$\text{MnO}_4^{2-}(\text{aq})$						■									
$\text{NO}_2(\text{g})$										■					
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$						■									
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}(\text{s})$						■									
$\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{gel})$						■									
P_4 ▶ ³	■	■													
P_x ▶ ³									■				■		
$\text{PbCrO}_4(\text{s})$			■												
$\text{PbI}_2(\text{s})$			■												
$\text{PbO}(\text{s})$ ▶ ¹		■							■						
$\text{PbO}_2(\text{s})$										■					
$\text{Pb}_3\text{O}_4(\text{s})$									■						
$\text{PbS}(\text{s})$															■
$\text{S}_8(\text{s})$		■													
$\text{SnS}(\text{s})$										■					

■ De hierboven vermelde kleuren zijn niet altijd objectief. Bepaalde kleuren worden door verschillende waarnemers wel eens verschillend geïnterpreteerd. Bovendien hangt de kleur van oplossingen af van de concentratie.

1 ▶ Deze stof kan in diverse modificaties met verschillende kleuren voorkomen.

2 ▶ De kleur hangt af van de samenstelling. Naarmate het I_2 -gehalte toeneemt, wordt de kleur donkerder (van lichtblauw tot zwart).

3 ▶ Witte en gele fosfor zijn twee verschillende namen voor dezelfde stof, evenals rode en violette fosfor.

4 ▶ Indien de moleculen van het oplosmiddel een zuurstofatoom bevatten, lost I_2 op met een bruine kleur.

triviale naam	rationele naam
formiaat	methanoaat of zuurrest van methaanzuur
freon-12	dichloordifluormethaan
fructose	1,3,4,5,6-pentahydroxyhexaan-2-on ⁴
fumaarzuur	trans-buteendizuur
gebluste kalk	calciumbis(hydroxide) ⁵ ; calciumhydroxide ⁶ ¹
geel bloedloogzout	kaliumhexacyanidoferraat(II)-trihydraat
gips	calciumsulfaatdihydraat
glauberzout	dinatriumsulfaatdecahydraat ⁵ ; natriumsulfaatdecahydraat ⁶
glucose	2,3,4,5,6-pentahydroxyhexanal ⁴
glutaarzuur	pentaandizuur
glutamine	2-amino-4-carbamoylbutaanzuur
glutaminezuur	2-aminopentaandizuur
glycerine	propaan-1,2,3-triol
glycerol	propaan-1,2,3-triol
glycine	aminoethaanzuur
glycol	ethaan-1,2-diol
halon	broomchloorfluorkoolwaterstof ³
helse steen	zilvernitraat
houtgeest	methanol
hypo	dinatriumthiosulfaat-pentahydraat ⁵ ; natriumthiosulfaat-pentahydraat ⁶
ijsazijn	ethaanzuur
ijzerhamerslag	ijzer(2+) di-ijzer(3+) tetra-oxide ⁵ ; ijzer(II) di-ijzer(III) oxide ⁶
invertsuiker	mengsel van gelijke hoeveelheden fructose en glucose
isoamylalcohol	3-methylbutaan-1-ol
isoboterzuur	2-methylpropaanzuur
isobutyl-	(2-methylpropyl)-
isoleucine	2-amino-3-methylpentaanzuur
isopreen	2-methylbuta-1,3-dien
isopropyl-	(1-methylethyl)-
jodium	jood
jodoform	trijoodmethaan
joodwaterstof	waterstofjodide [jodaan]
kali	kaliumchloride
kaliloog	oplossing van kaliumhydroxide in water
kaliumferri-cyanide	kaliumhexacyanidoferraat(III)
kaliumferro-cyanide	kaliumhexacyanidoferraat(II)
kalkspaat	calciumcarbonaat ¹

triviale naam	rationele naam
kalksteen	calciumcarbonaat ¹
kalkwater	oplossing van calciumbis(hydroxide) in water ⁵ ; oplossing van calciumhydroxide in water ⁶
kalomel	kwikchloride ⁵ ; kwik(I)chloride ⁶
keukenzout	natriumchloride
knalgas	mengsel van twee volumedelen waterstofgas en een volumedeel zuurstofgas
kolendamp	koolstofmono-oxide
koningswater	mengsel van geconcentreerd salpeterzuur en geconcentreerd zoutzuur
koolzuurgas	koolstofdioxide
koolzuursneeuw	vast koolstofdioxide
kopervitriool	kopersulfaatpentahydraat ⁵ ; koper(II)sulfaatpentahydraat ⁶
kresol	methylfenol
kwarts	siliciumdioxide ¹
lachgas	distikstofmono-oxide
laurinezuur	dodecaanzuur
leucine	2-amino-4-methylpentaanzuur
linoleenzuur	octadeca-9,12,15-trieenzuur
linolzuur	octadeca-9,12-dieenzuur
lysine	2,6-diaminohexaanzuur
magnesia	magnesiumoxide ¹
magnetiet	ijzer(2+) di-ijzer(3+) tetra-oxide ⁵ ; ijzer(II) di-ijzer(III) oxide ⁶
maleïnezuur	cis-buteendizuur
malonzuur	propaandizuur
margarinezuur	heptadecaanzuur
marmer	calciumcarbonaat ¹
melksuiker	lactose ⁴
melkzuur	2-hydroxypropaanzuur
menie	dilood(2+) lood(4+) tetra-oxide ⁵ ; dilood(II) lood(IV) oxide ⁶
mercuri-	kwik(2+)
mercuro-	kwik(1+)
methacrylzuur	2-methylpropeenzuur
methionine	2-amino-4-(methylsulfanyl)-butaanzuur
methylalcohol	methanol
methylchloride	chloormethaan
mierenzuur	methaanzuur
moerasgas	methaan ¹
Mohr's zout	diammoniumijzerbis(sulfaat) hexahydraat ⁵ ; ammoniumijzer(II) sulfaathexahydraat ⁶
mosterdgas	bis(2-chloorethyl)sulfide
moutsuiker	maltose ⁴

NH_3	ammoniak [azaan]
H_2SO_4	zwavelzuur
H_2SO_3 ($\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$)	zwaveligzuur
H_2CO_3 ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$)	koolzuur
HNO_3	salpeterzuur
HNO_2 ($\text{NO}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$)	salpeterigzuur
H_3PO_4	fosforzuur
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	oxaalzuur
HClO_4	perchloorzuur
HClO_3	chloorzuur
HClO_2	chloorigzuur
HClO	onderchloorigzuur
H_2O_2	waterstofperoxide [dioxidaan]
CH_4	methaan
C_2H_6	ethaan
C_3H_8	propaan
C_4H_{10}	butaan
$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$	pyrodruivenzuur [2-oxopropaanzuur]
$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$	melkzuur [2-hydroxypropaanzuur]
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	glucose/druivensuiker/dextrose
$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	rietsuiker/bietsuiker/sacharose

NH_4^+	ammonium [azanium]
H_3O^+	oxonium
SO_4^{2-}	sulfaat
SO_3^{2-}	sulfiet
HCO_3^-	waterstofcarbonaat
CO_3^{2-}	carbonaat
SiO_3^{2-}	silicaat
SiO_4^{4-}	silicaat
NO_3^-	nitraat
NO_2^-	nitriet
H_2PO_4^-	diwaterstoffosfaat
HPO_4^{2-}	monowaterstoffosfaat
PO_4^{3-}	fosfaat
$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	oxalaat
ClO_4^-	perchloraat
ClO_3^-	chloraat
ClO_2^-	chloriet
ClO^-	hypochloriet
OH^-	hydroxide
CrO_4^{2-}	chromaat
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	dichromaat
MnO_4^{2-}	manganaat
MnO_4^-	permanganaat
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	thiosulfaat
CH_3COO^-	acetaat [ethanoaat]

Enkele regels voor de systematische naamgeving van organische verbindingen

- 1 ► De 'ruggengraat' van een koolstofverbinding is de stamverbinding gevormd door de langste keten van C-atomen. De stamnaam, gebaseerd op het aantal C-atomen in deze keten, bestaat uit stam + uitgang (zie tabel hieronder).

aantal C	1	2	3	4	5	6	...
stam	meth	eth	prop	but	pent	hex	...

uitgang koolstofverbinding heeft

-aan	geen dubbele of drievoudige bindingen
-een	één dubbele binding (-adien: twee dubbele bindingen)
-yn	één drievoudige binding (-adijn: twee drievoudige bindingen)
-enyn	één dubbele en één drievoudige binding

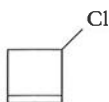
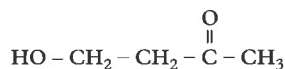
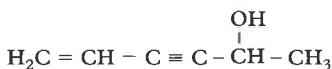
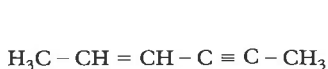
- Een H-atoom van de stamverbinding/stamhydride (een niet vertakte keten van C- of andere atomen met het maximum aantal H-atomen eraan vast; het kan ook een alifatische of aromatische ring zijn) kan vervangen worden door een ander atoom of een atoomgroep: een substituent. Bevat de substituent minstens één heteroatoom (een niet-C- of niet-H-atoom) dan noemt men de substituent een karakteristieke groep. Een substituent zonder heteroatomen heet tak, met een taknaam die bestaat uit een stam (zie boven) + yl. Zie voorbeeld 1. Een tak kan vertakt zijn en bestaat dan uit een hoofdtak, de langste C-keten gezien vanuit de stam, met één of meer zijtakken. Zo'n vertakte tak zet men tussen haakjes. Zie voorbeeld 2. Als bij een koolstofverbinding de keten op meer manieren gekozen kan worden, kiest men als langste keten de keten met de meeste takken (dus met het kleinste aantal vertakte takken). Zie voorbeeld 3.
- Bij een koolstofverbinding met één soort karakteristieke groep wordt deze groep, indien mogelijk, als achtervoegsel aangeduid (tabel 66D); bevat deze 'achtervoegsel' groep een C-atoom, dan rekent men dat C-atoom bij de stam.
- Wanneer een molecuul verschillende karakteristieke groepen bevat, dan is de hoofdgroep de groep die het hoogst in de tabel staat. Deze wordt in de naam met een achtervoegsel aangegeven; de groepen met een lagere prioriteit worden als voorvoegsel aangeduid (ook de groepen die geen achtervoegselnaam hebben). Zie voorbeeld 1. De hoofdgroep krijgt een zo laag mogelijk plaatsnummer. Bij afwezigheid van een karakteristieke groep die in de naam met een achtervoegsel kan worden aangeduid, wordt een eventuele dubbele/drievoudige binding als hoofdgroep beschouwd. Zie voorbeeld 4.
- Bij een koolstofverbinding met meer karakteristieke groepen kiest men de stam zó dat zoveel mogelijk van deze groepen direct aan de stam vastzitten (ook als de ketenlengte daarbij korter wordt). Zie voorbeeld 3.
- Bij een koolstofverbinding met meer dubbele/drievoudige bindingen, soorten takken/voorvoegsels/karakteristieke groepen geeft men steeds het aantal ervan aan met een numeriek voorvoegsel (zie tabel 66C).
- Wanneer in de naam van een molecuul meer voorvoegsels/takken voorkomen, is de volgorde daarvan alfabetisch. Hierbij wordt geen rekening gehouden met de numerieke voorvoegsels, uitgezonderd bij vertakte takken.^{►2}
- Als dubbele/drievoudige bindingen, voor-/achtervoegsels/takken meer plaatsingsmogelijkheden hebben, worden deze voorafgegaan door een plaatsnummer te beginnen bij een uiteinde van de stamverbinding. Een achtervoegsel heeft een zo laag mogelijk plaatsnummer. Zie voorbeeld 4. Bij ontbreken van een achtervoegsel of een uitgang wordt de hoofdketen (stamverbinding) vanaf die kant genummerd die het laagste stel plaatsnummers oplevert. Het laagste stel plaatsnummers is het stel dat het laagste nummer heeft, waar het eerste verschil in nummering optreedt, dus het stel plaatsnummers 2, 3, 6, 8 is lager dan het stel 3, 4, 6, 8 of 2, 4, 5, 7. Zie voorbeeld 4a. Bij -enynen krijgt '-een' het laagste plaatsnummer als de regel over het laagste stel plaatsnummers geen uitsluitel geeft. Zie voorbeeld 4.
- Een koolstofverbinding die een derivaat is van benzeen, noemt men een aromatische verbinding. Andere koolstofverbindingen noemt men alifatische verbindingen. Een alifatische ringverbinding wordt met het prefix cyclo- aangeduid.
- In de stamnaam van heterocyclische ringsystemen beschouwt men de heteroatomen als vervangers van bepaalde koolstofatomen. De heteroatomen worden met de volgende voorvoegsels aangeduid (zie voorbeeld 5):

heteroatoom	O	S	N	P	Si
voorvoegsel	oxa	thia	aza	fosfa	sila

4 hex-2-een-4-yn

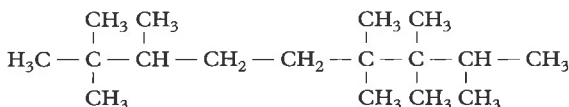
hex-5-een-3-yn-2-ol

4-hydroxybutaan-2-on



3-chloorcyclobut-1-een

4a



2,2,3,6,6,7,7,8-octamethylnonaan (het eerste verschil in plaatsnummers: 2 < 3)

En niet: 2,3,3,4,4,7,8,8-octamethylnonaan (kleinere som)

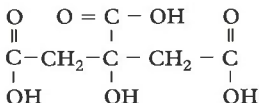
5 1,3,5-trioxacyclohexaan

azabenzeen (pyridine)



6 2-hydroxypropan-1,2,3-tricarbonzuur

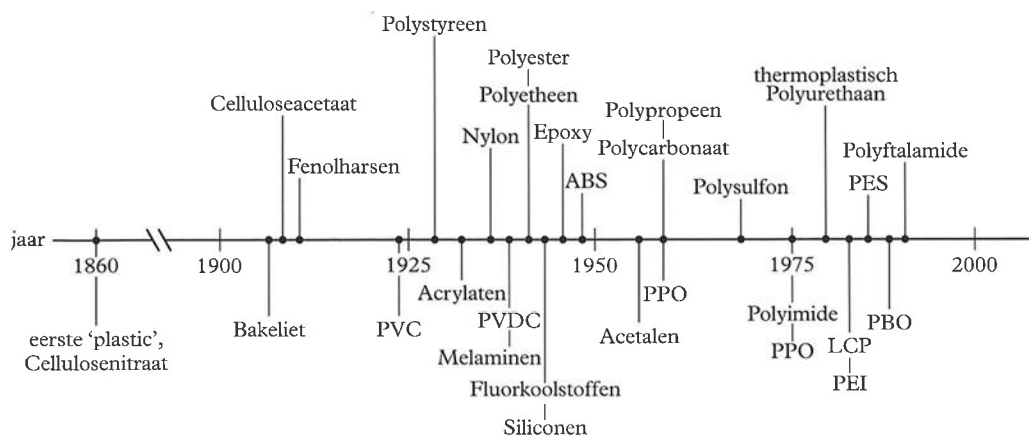
benzeencarbonitril



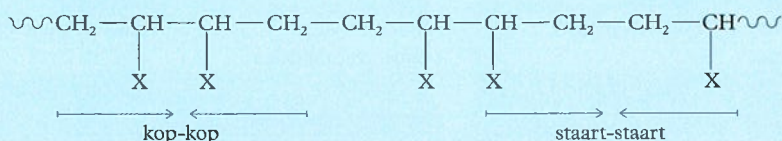
7 voorbeelden van vertakte takken

structuur	systematische naam	triviale naam
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2- \end{array}$	(2-methylpropyl)	isobutyl; iso = methyltak op een na laatste plaats
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}- \end{array}$	(1-methylethyl)	isopropyl
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}- \end{array}$	(1-methylpropyl)	sec-butyl
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	(1,1-dimethylethyl)	tert-butyl
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	(2,2-dimethylpropyl)	neopentyl

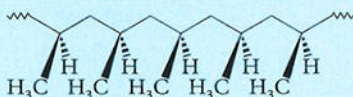
soort copolymeer	voorbeeld nomenclatuur	voorbeeld structuur
ongespecificeerd	poly (A-co-B)	
alternerend	poly (A-alt-B)	~A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-A~
willekeurig (random)	poly (A-ran-B)	~A-A-B-A-B-B-A-A-A-B-B-A-B-B~
statistisch	poly (A-stat-B)	~A-A-B-A-B-B-A-A-A-B-A-A-A~
blok	polyA-blok-polyB	~A-A-A-A-A-A-A-B-B-B-B-B-B~
graft	polyA-graft-polyB	~A-A-A-A-A-A-A-A-A-A~ B



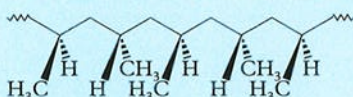
IV tacticiteit, ruimtelijke ordening



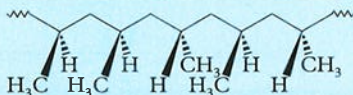
isotactisch (PP)



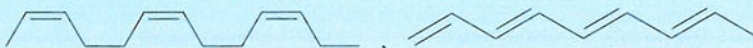
syndiotactisch



atactisch



cis-, trans-tactisch



V aantal eenheden in keten

homopolymeer	~A-A-A-A-A-A-A-A-A~
	alternerend: ~A-B-A-B-A-B-A-B-A~
copolymeer	willekeurig: ~A-A-B-A-B-B-A-A-A~
	statistisch: ~A-A-B-A-B-B-A-A-A-B-A~
terpolymeer	uit 3 monomeersoorten

VI verschillende blokcopolymeren

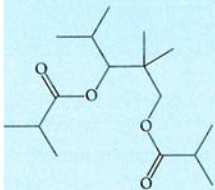
lineair

afwisseling van blokken A en B	[-AB-]-type	~A-A-A-B-B-B-A-A-A-B-B-B~
één blok van elk monomeer	AB-type	~A-A-A-A-A-A-A-B-B-B-B~
centraal blok B met kop-staartblok A	ABA-type	~A-A-A-B-B-B-B-B-B-A-A~
drie verschillende blokken achter elkaar	ABC-type	~A-A-A-A-B-B-B-B-B-B-C-C-C~

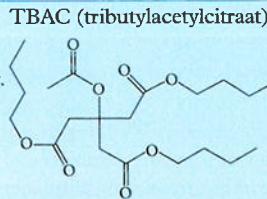
niet lineair

ent-(graft-)copolymeer	polyA-graft-polyB	$\begin{array}{ccccccc} \sim & \text{A} & -\text{A} & -\text{A} & -\text{A} & -\text{A} & -\text{A} & -\text{A} & -\text{A} & -\text{A} & \sim \\ & & & & & & & & & & \\ & \text{B} & & & \text{B} & & & \text{B} & & \text{B} & \\ & & & & & & & & & & \\ & \text{B} & & & \text{B} & & & \text{B} & & \text{B} & \\ & & & & & & & & & & \\ & \text{B} & & & \text{B} & & & \text{B} & & \text{B} & \\ & & & & & & & & & & \\ & \text{B} & & & \text{B} & & & \text{B} & & \text{B} & \end{array}$
------------------------	-------------------	---

TXIB (1-isopropyl-2,2-dimethyltrimethyleen bis(isobutyraat))

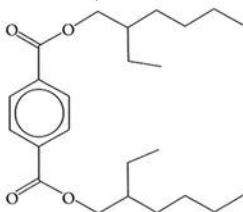


Wordt gebruikt in producten met een zacht oppervlak, zoals PVC-leer. Goede stabiliteit bij warmte en UV-licht.



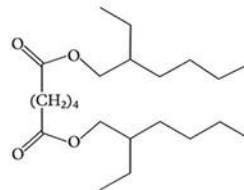
O.a. gebruikt in voedingscontactmaterialen, (sabbel) speelgoed en lijmen.

DEHT (bis(2-ethylhexyl) tereftalaat) ^{1,4}



Breed inzetbaar. Ook toegepast in rubbers.

DEHA ^{1,4} (bis(2-ethylhexyl)adipaate)



O.a. in folie, speelgoed.

- 1 ► Mogen niet worden gebruikt als stoffen of bestanddelen van preparaten gehalten bevatten hoger dan in totaal 0,1 massa% van het weeggemaakte materiaal in speelgoed en kinderverzorgingsartikelen.
- 2 ► Mogen niet worden gebruikt als stoffen of bestanddelen van preparaten gehalten bevatten hoger dan in totaal 0,1 massa% van het weeggemaakte materiaal in speelgoed en kinderverzorgingsartikelen, die door kinderen in de mond genomen kunnen worden.
- 3 ► ook bekend onder de naam DOP (dioctylftalaat)
- 4 ► De 'D' is afgeleid van D 'di-'. In de nieuwe nomenclatuur is di vervangen door bis.

Nieuwe materialen

B

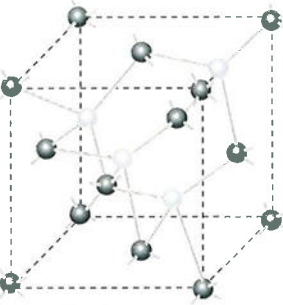
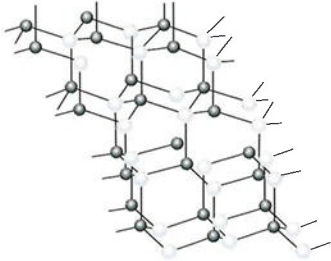
smart materials ¹	externe invloed	toepassing
piezo-elektrisch lood-zirkonaat-titanaat, PVDF	druk	spruitmondjes in printers, luidsprekerte in digitale horloges, elektrische gasaanstekers, nevelapparaten
geheugenmetaal Nitinol®	temperatuur	geneeskunde: rechtekken ruggengraat, vaatverwijding (stents) tandheelkunde: constante drukuitoefening
geleidende polymeren trans-polypropyn	elektrisch veld	transistoren, antistatische coatings
ER/MR ² vloeistoffen olie met kleine magnetische deeltjes	elektrisch, magnetisch veld	demping: in schokbrekers, bij aardbevingen
kleurveranderend halfgeleider van metalen met additieven	licht	in verf, inkt, glas
lichtemitterend oled	licht, warmte, chemische energie	LED's, forensische chemie, lichtstaven

- 1 ► materialen waarvan een of meer eigenschappen op gecontroleerde wijze veranderen door externe invloeden. Deze invloeden kunnen zich voordoen in de vorm van belasting, temperatuur, vochtigheid, zuurgraad (pH), elektrische of magnetische velden. In tegenstelling tot materialen in "gewone" toepassingen, is de verandering bij slimme materialen juist gewenst. De verandering vindt plaats op het moment dat het materiaal zich al in zijn toepassing bevindt. Afhankelijk van het soort slim materiaal is het proces reversibel (omkeerbaar) of irreversibel (onomkeerbaar).
- 2 ► elektro-/magnetorheologisch

vervolg ►

naam/structuur

siliciumcarbide (SiC)

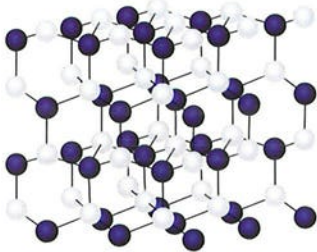


eenheidscel

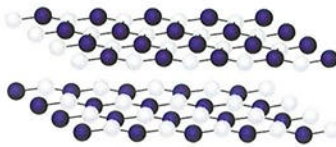
toepassingen/bijzonderheden

wordt o.a. gebruikt voor slijpen, polijsten, bepantsering, kogelwerende vesten, keramische remschijven; halfgeleider (er bestaan 125 kristallijne vormen van)

boornitride (BN)



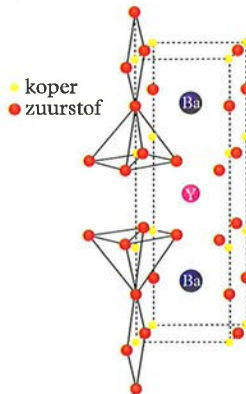
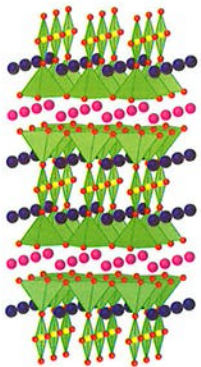
kubisch



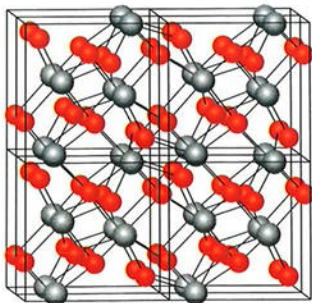
hexagonaal gelaagd

kubisch: zeer hard
wordt o.a. gebruikt als slijp- en boormiddel

hexagonaal gelaagd:
halfgeleider, goede geleiding van warmte;
wordt o.a. gebruikt als smeermiddel, in cosmetica, om metalen in te smelten

yttrium-barium-koperoxide ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$)

supergeleider

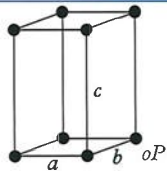
zirkonium(IV)oxide (ZrO_2)

wordt o.a. gebruikt bij het vervaardigen van bruggen en kronen in de tandheelkunde; materiaaleigenschappen komen dicht bij die van diamant

kristalrooster →
eenheidscel ↓
orthorombisch

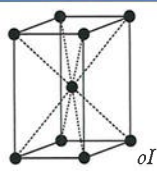
o

primitief (eenvoudig)
P



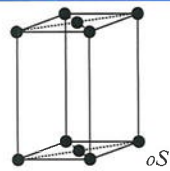
andalusiet Al_2SiO_5

lichaamsgecentreerd
I



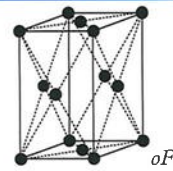
dawsoniet $\text{NaAlCO}_3(\text{OH})_2$

grondvlakgecentreerd
S



ferruciet NaBF_4

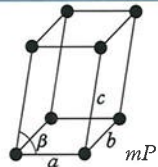
vlakgecentreerd
F



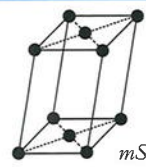
melanothalliet Cu_2OCl_2

22%
monoklien

m



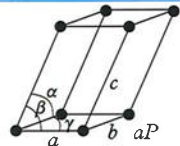
zwavel S



glauber $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

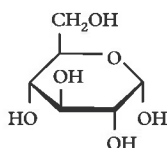
32%
triklien

a

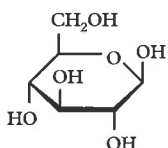


wollastoniet CaSiO_3

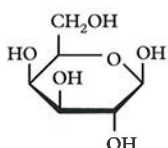
7%



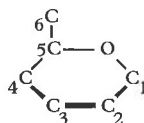
D-glucose
(α -cycloformule)
(druivensuiker)



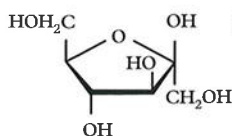
D-glucose
(β -cycloformule)
(druivensuiker)



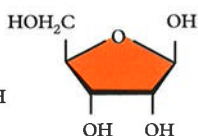
D-galactose
(β -cycloformule)



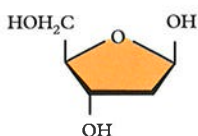
nummering
C-atomen



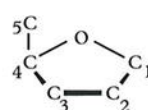
D-fructose
(β -cycloformule)
(vruchtsuiker)



D-ribose¹
(β -cycloformule)

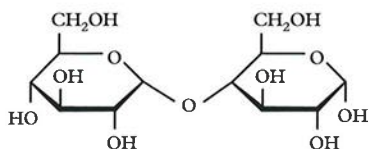


D-2-deoxyribose¹
(β -cycloformule)

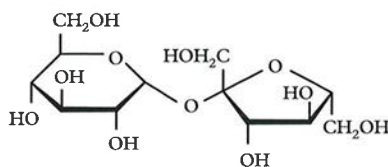


nummering
C-atomen
ribose en deoxyribose

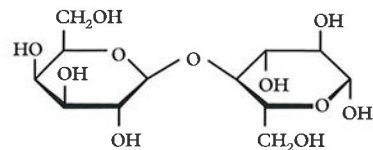
¹ Betekenis kleur: zie tabel 71C.



maltose (moutsuiker)



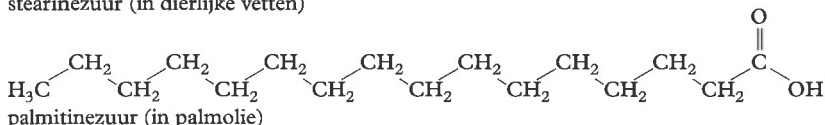
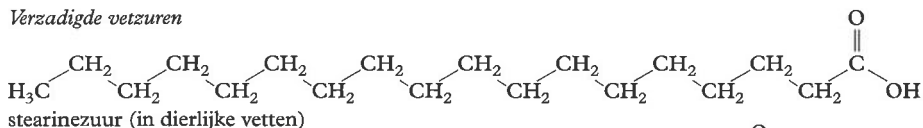
sacharose (bietsuiker, rietsuiker)



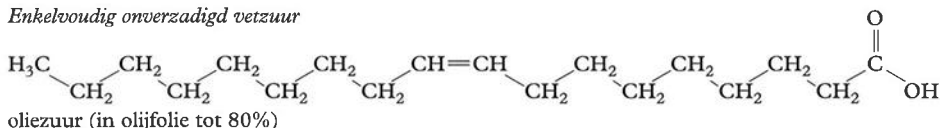
lactose (melksuiker)

■ Mono- en disachariden worden vaak aangeduid als suikers.

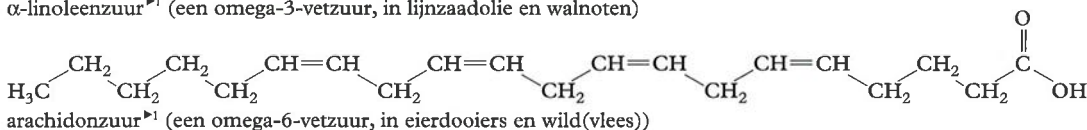
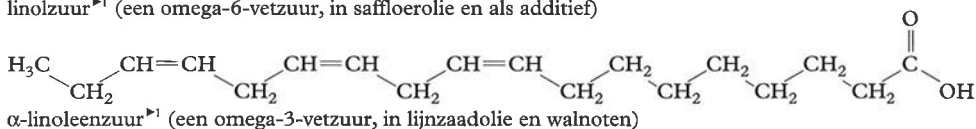
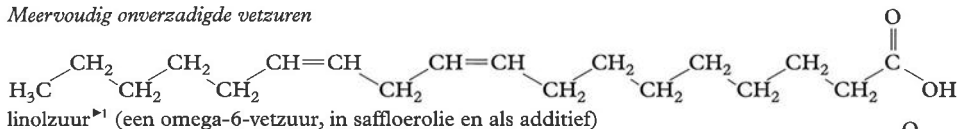
Verzadigde vetzuren



Enkelvoudig onverzadigd vetzuur

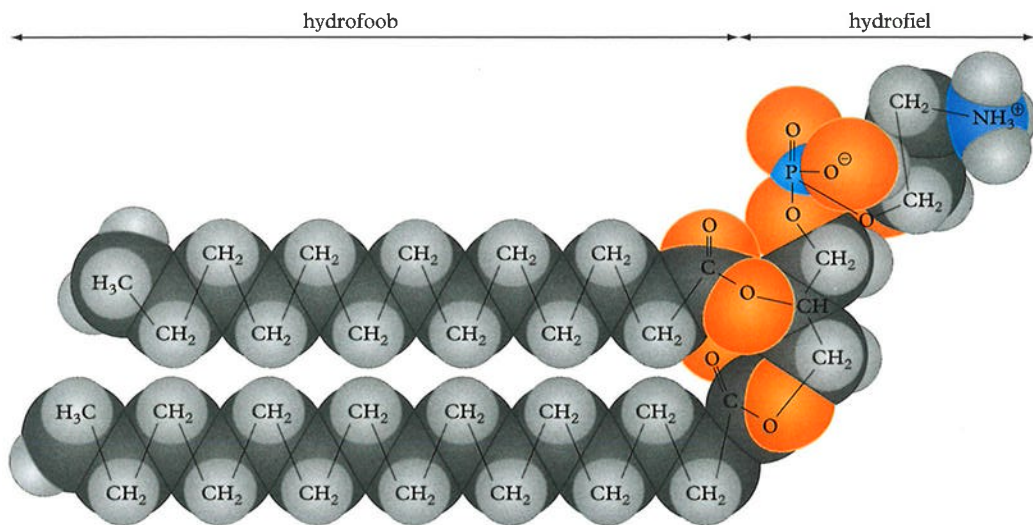


Meervoudig onverzadigde vetzuren

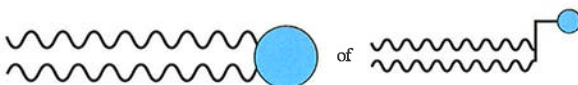


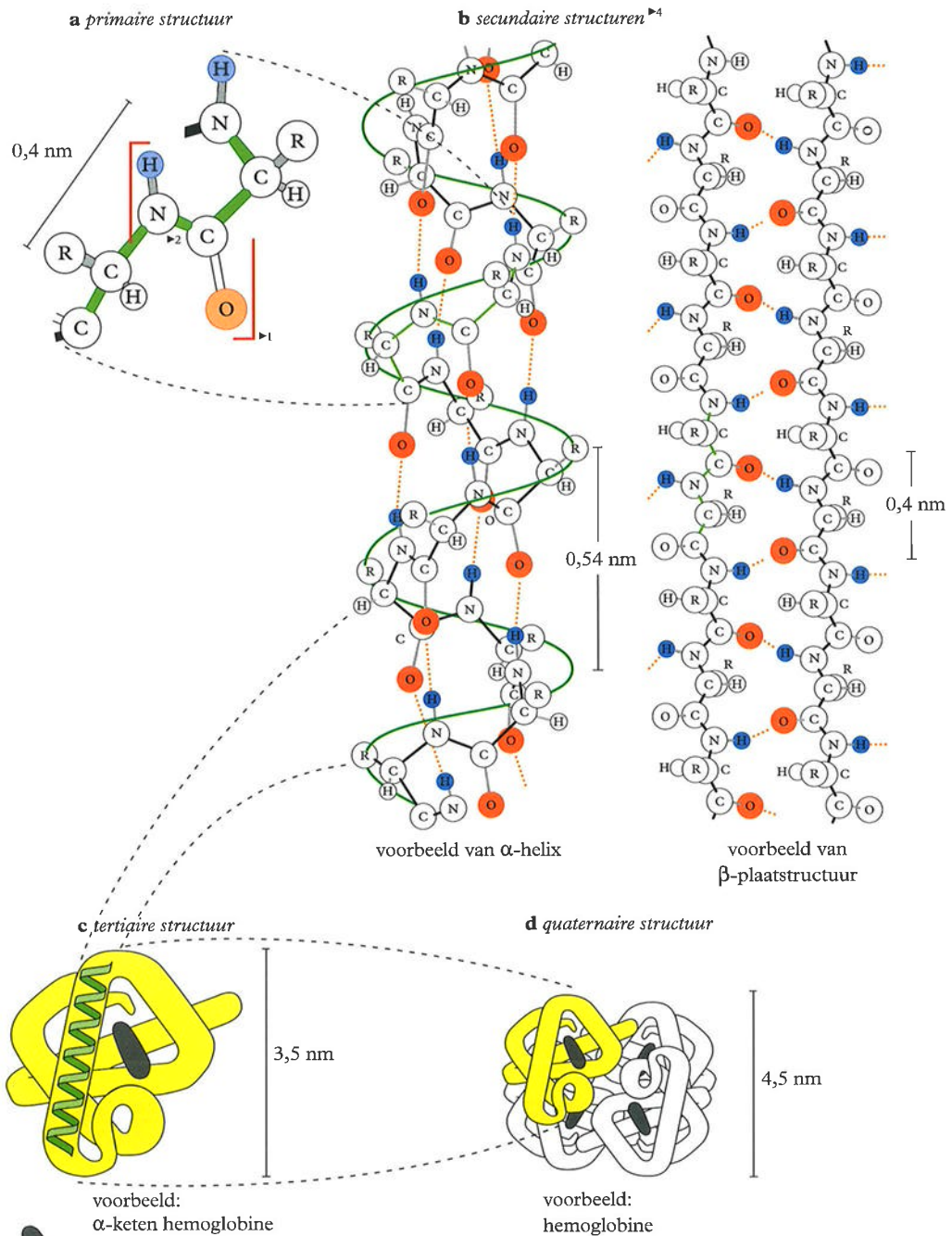
1 ► essentieel vetzuur

Fosfolipiden



■ symbolische notatie van fosfolipide



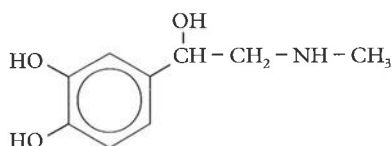


1 ► De atoomgroep tussen de haken **1** is de peptidegroep.

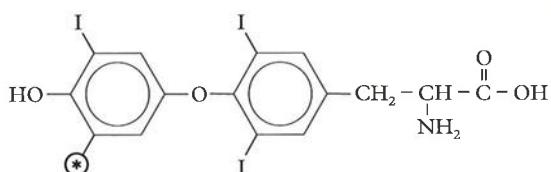
2 ► peptidebinding

3 ► Heem: zie tabel 67L.

4 ► Plaatstructuur kan uit meer ketens bestaan.



adrenaline, epinefrine

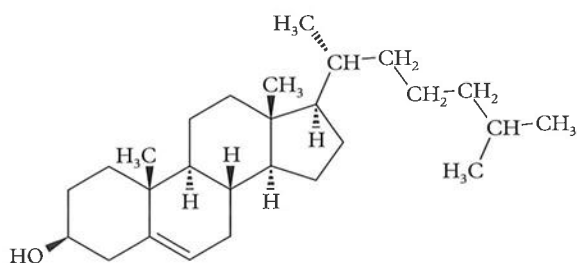
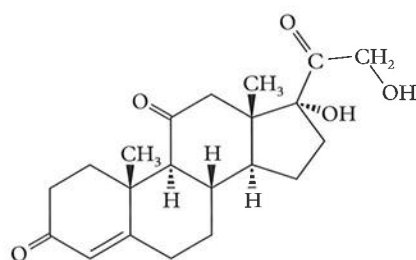
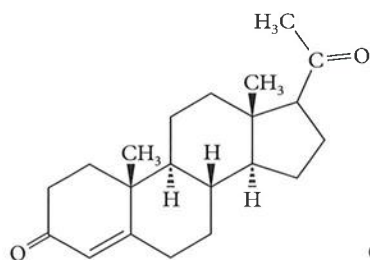
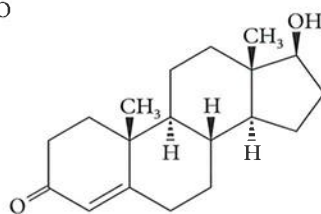
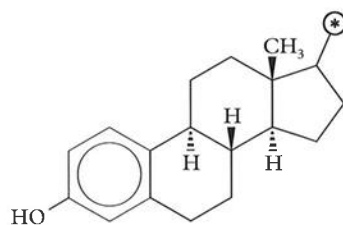


—⊙* = —I: thyroxine

—(*) = —H: trijoodthyronine

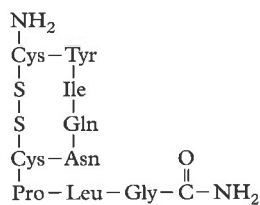
Steroïden

2

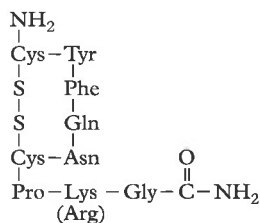
cholesterol ▶¹cortison ▶²progesteron²testosteron ²
$$-\textcircled{*} = -\text{OH}; \text{oestradiol}^{22}$$
$$-\textcircled{*} = = 0; \text{oestron}^{\text{p}2}$$

Peptidhormonen

3



oxytocine



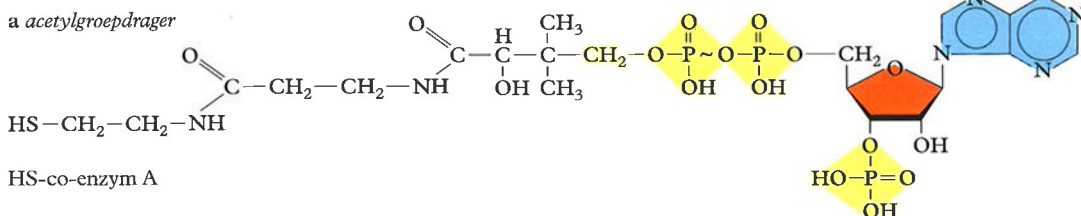
antidiuretisch hormoon (vasopressine)

■ Voor werking van de hormonen: zie tabel 89A.

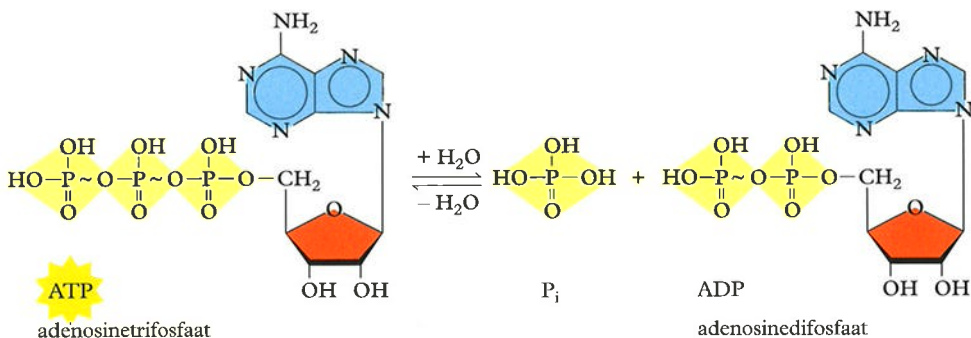
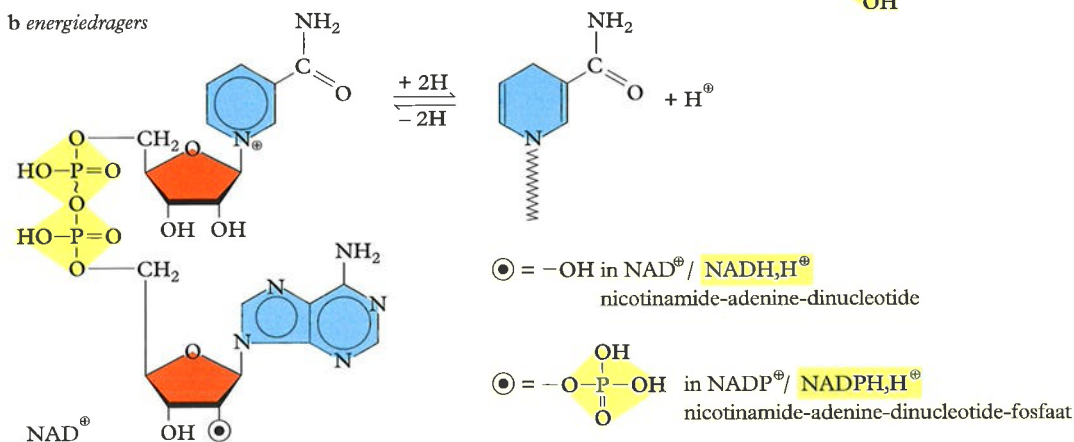
1 ► uitgangsstof voor steroidhormonen

2 ► steroidhormonen

a acetylgroepdrager



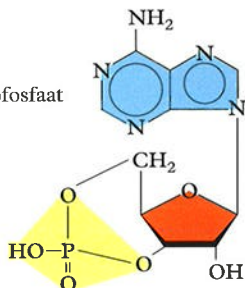
b energiedragers



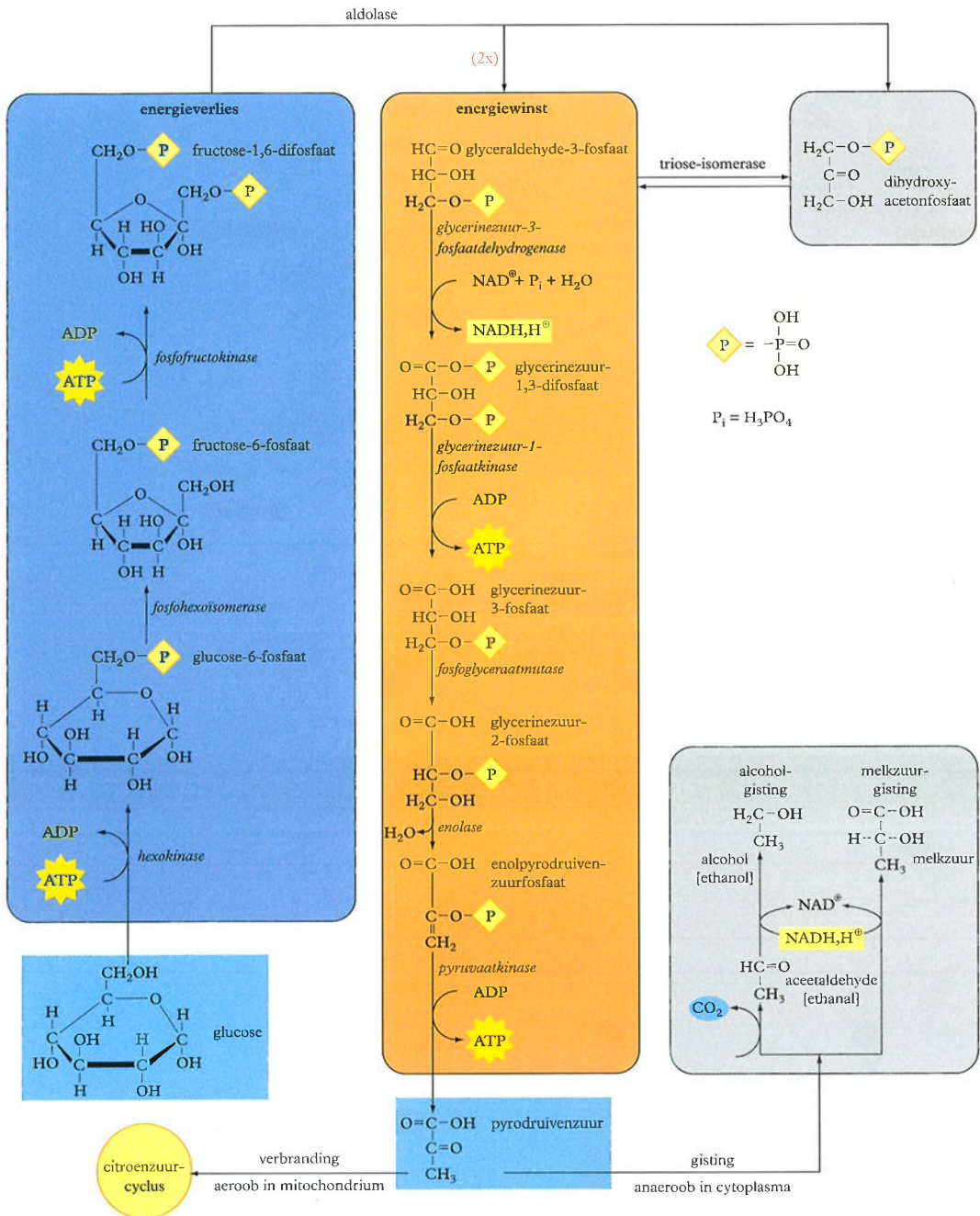
$\text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{P}_i + \text{ADP}$ maximale energieopbrengst in een ccl: $31 \cdot 10^3 \text{ J mol}^{-1}$

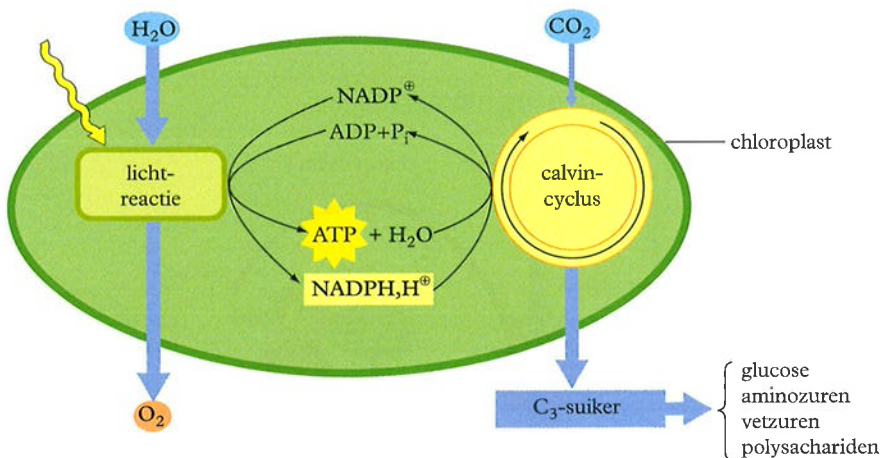
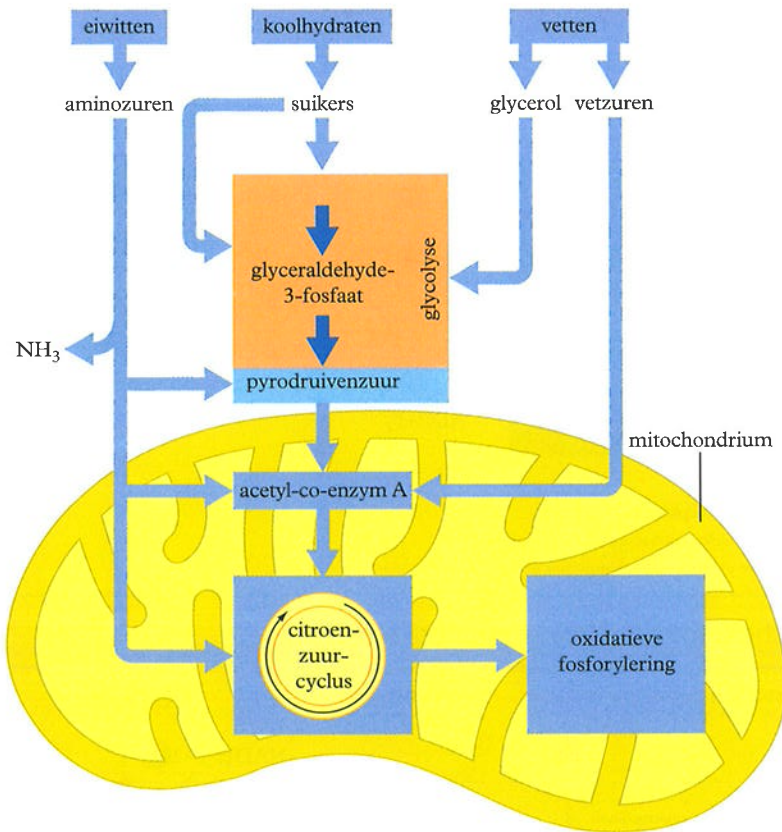
c signaaldrager

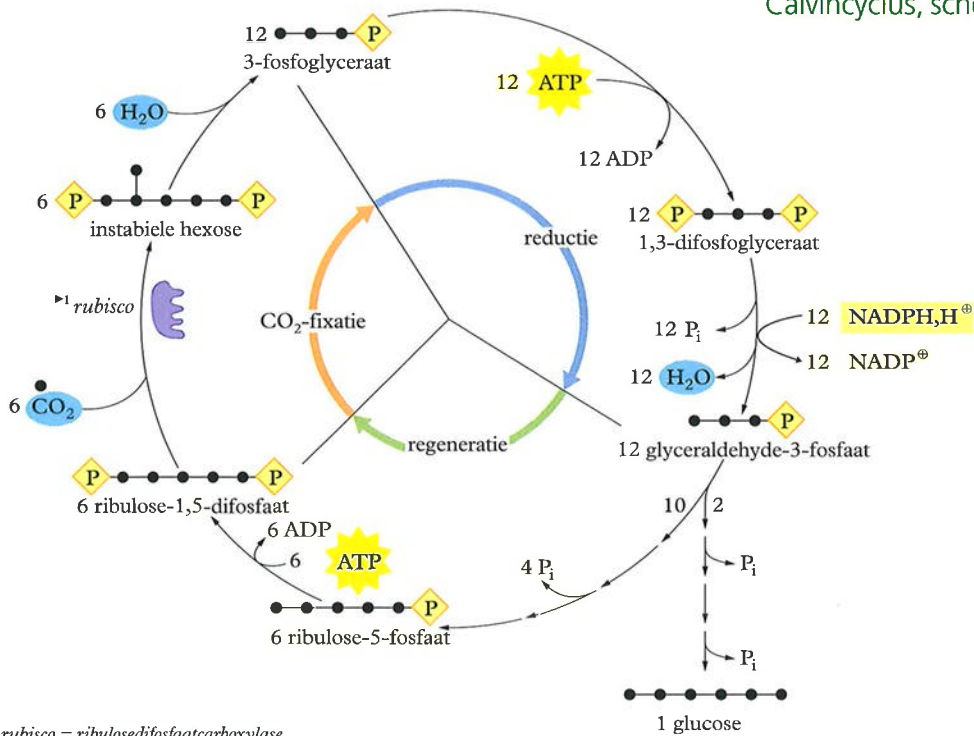
cyclisch AMP
cyclisch adenosinemonofosfaat



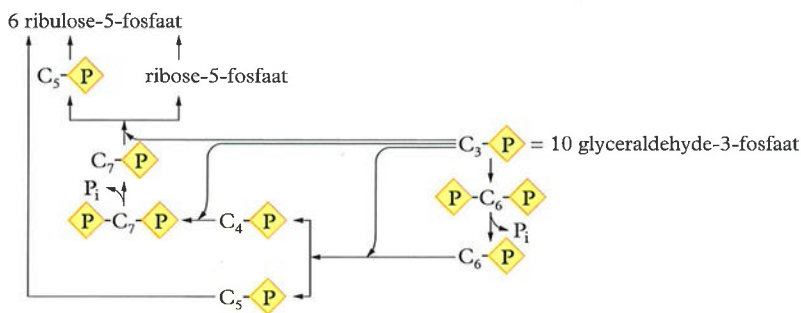
■ ~ = symbool voor een energierijke binding
■ P_i = anorganisch fosfaat



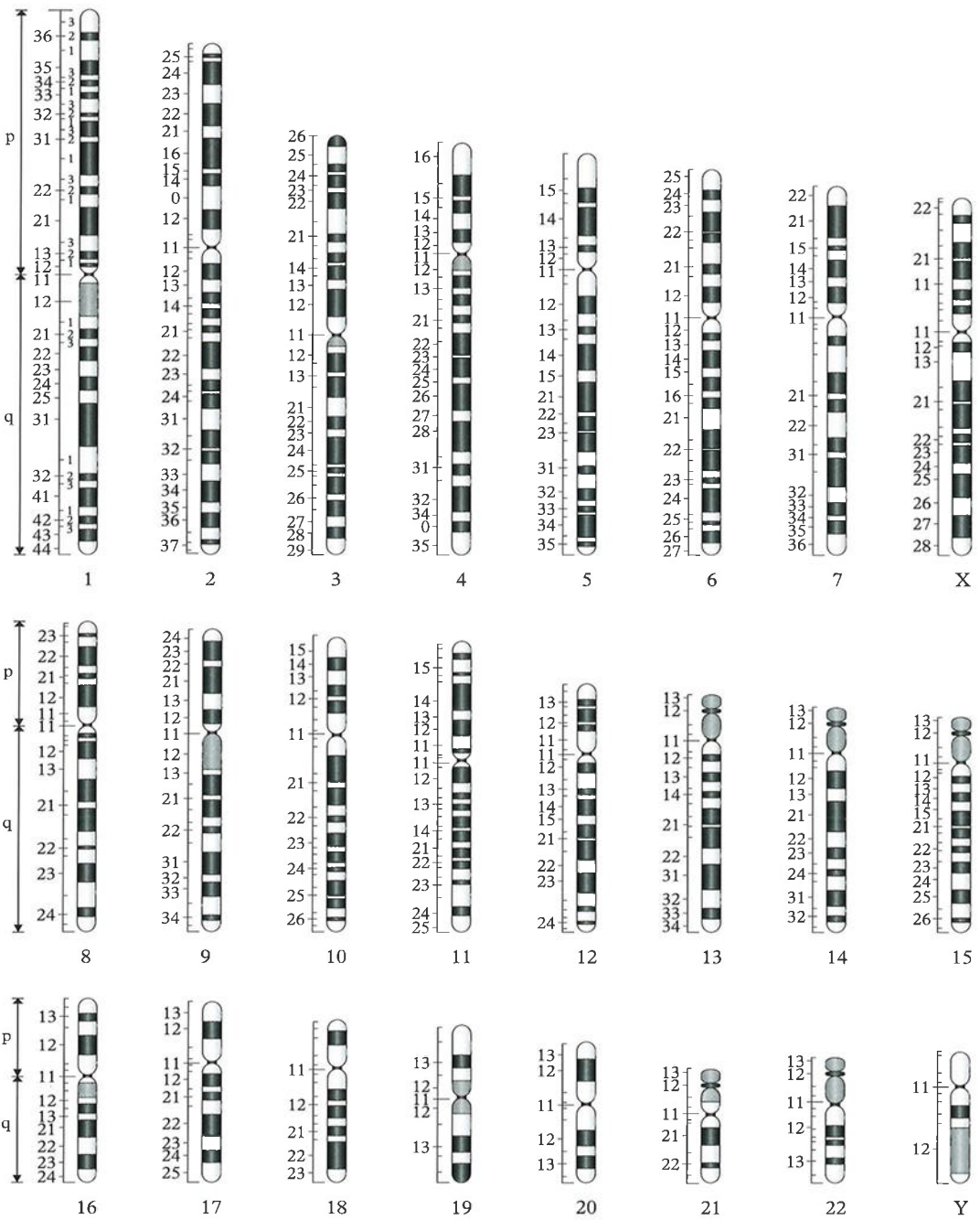




1 ► *rubisco* = ribulosedifosfaatcarboxylase



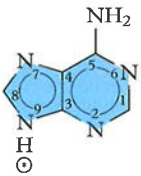
chemo-autotrofen	reactie(s)
zwavelbacteriën	$\text{S}^{2-} + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{energie} / 8 \text{ elektronen overdracht}$
o.a. Thiobacilli	$2 \text{S} + 6 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{energie} / 12 \text{ elektronen overdracht}$
	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{energie} / 8 \text{ elektronen overdracht}$
nitrietbacteriën	$2 \text{NH}_4^+ + 3 \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NO}_2^- + 4 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{energie} / 12 \text{ elektronen overdracht}$
o.a. Nitrosomonas	
nitraatbacteriën	$2 \text{NO}_2^- + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_3^- + \text{energie} / 4 \text{ elektronen overdracht}$
o.a. Nitrobacter	



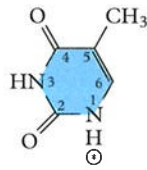
■ Het bandenpatroon berust op verschillende kleurmethoden.

p = korte arm

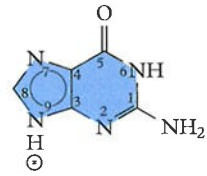
q = lange arm



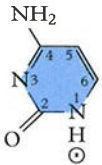
adenine (A)



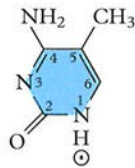
thymine (T)



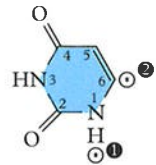
guanine (G)



cytosine (C)



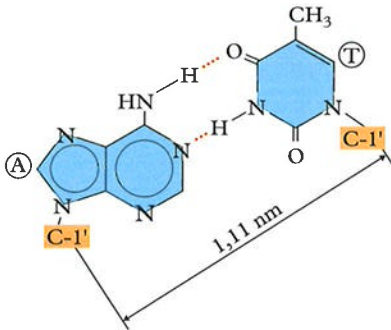
methylcytosine



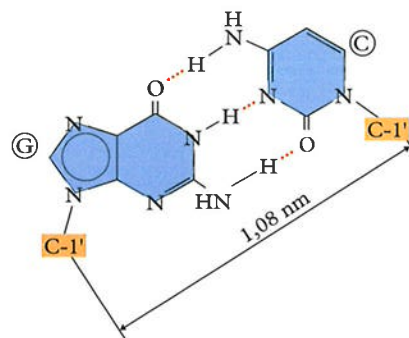
① uracil (U)

② pseudouracil (Ψ)

■ ⊙ = aanhechtingsplaats aan ribose of deoxyribose

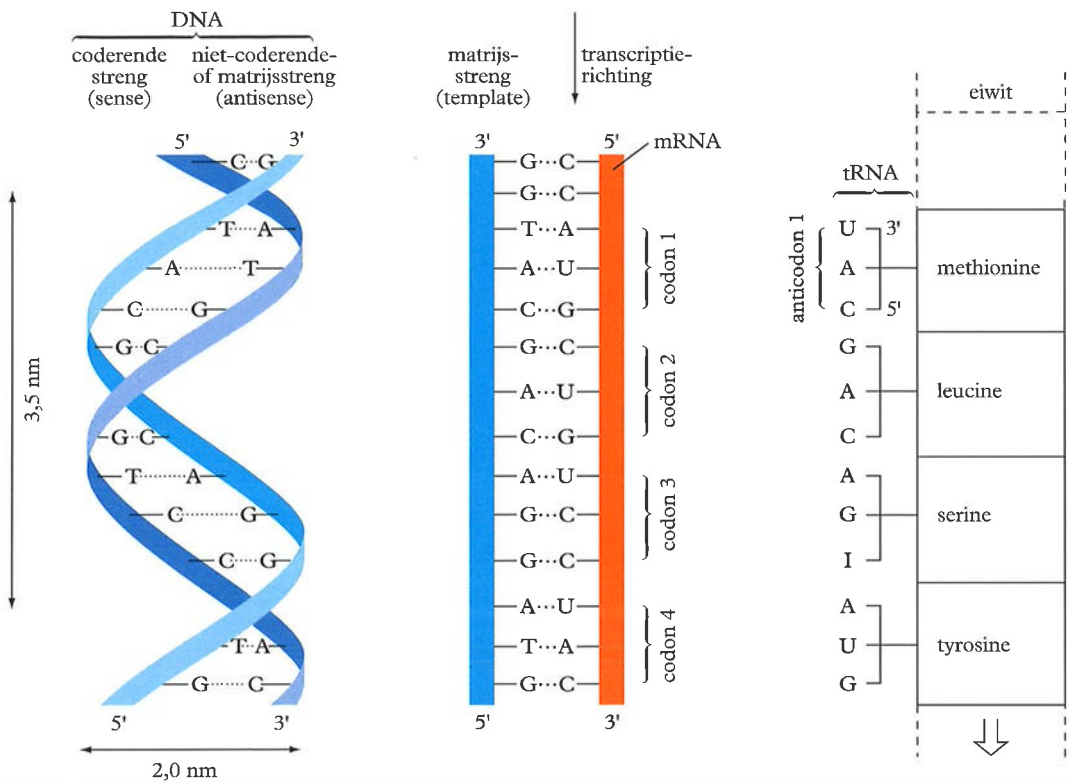


De binding tussen adenine en thymine in DNA;
er zijn twee H-bruggen.



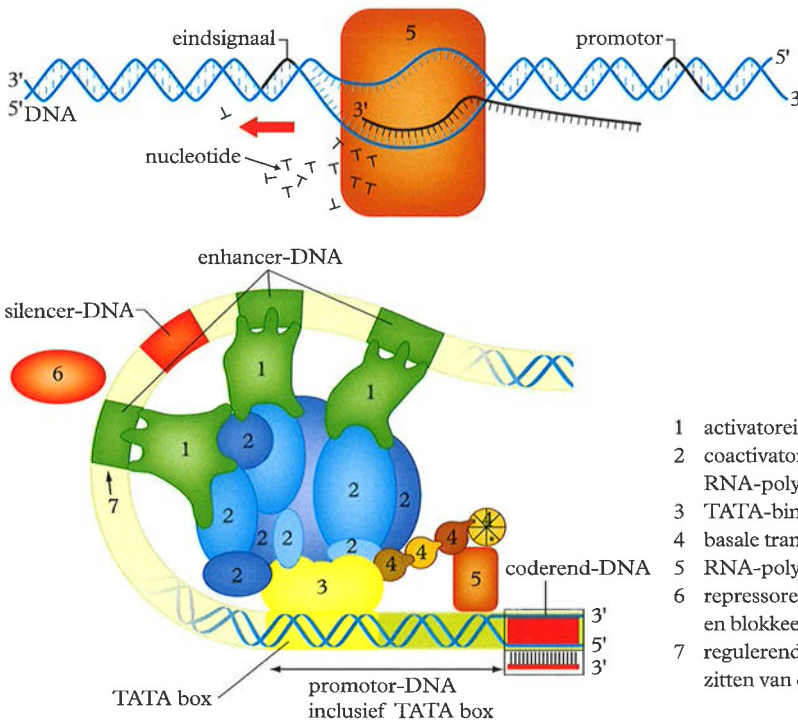
De binding tussen guanine en cytosine in DNA;
er zijn drie H-bruggen.

■ In RNA neemt de base U de plaats in van de base T in DNA.

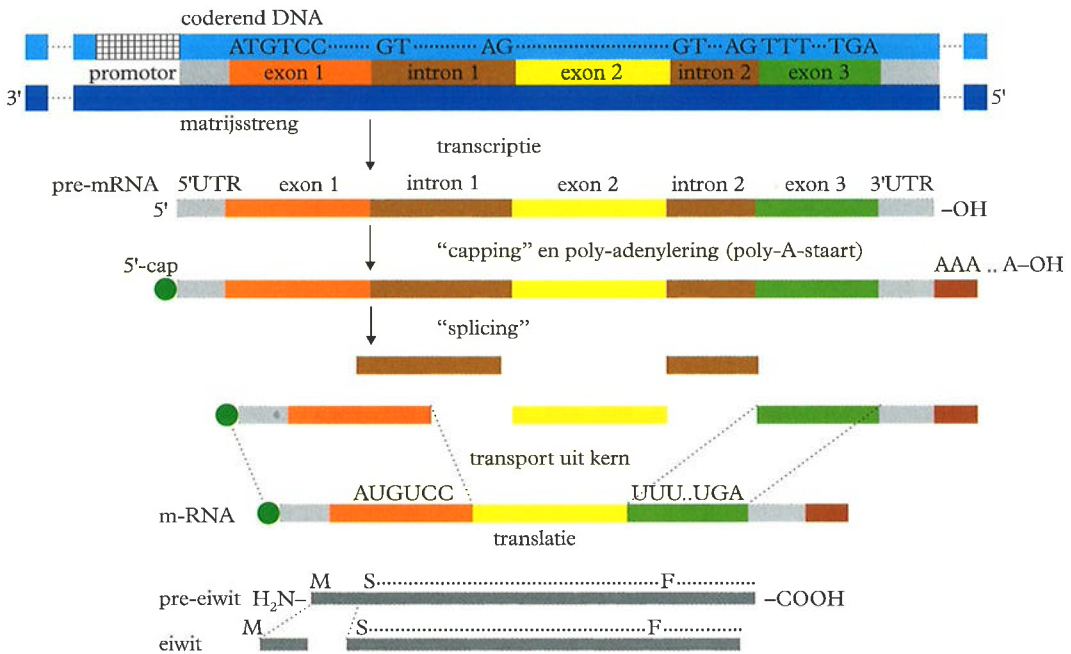


Schema regeling transcriptie

F



- 1 activator-eiwitten, specifiek voor een gen
- 2 coactivator-eiwitten, algemeen voor één RNA-polymerasetype
- 3 TATA-bindende transcriptiefactor
- 4 basale transcriptiefactoren
- 5 RNA-polymerase (II)
- 6 repressor-eiwit; kan aan silencer binden en blokkeert daarmee activatorbinding
- 7 regulerend DNA: kan op grote afstand zitten van de TATA-box



■ UTR Untranslated region en poly-A-staart: regulerende functie; cap stabiliserende functie

■ Grootste aantal exonen per gen bij de mens: 363, langste menselijk exon: 7600 basen, langste menselijk intron: ~800 000 basen

<i>type schade</i>	<i>reparatie</i> ¹	<i>bijzonderheden</i> ²
verkeerde base	basevervangingsreparatie (BER)	veel mechanismen - meest voorkomende
enkelvoudige ketenbreuk		relatief eenvoudige reparatie
fout in nucleotidenstructuur	nucleotidevervangingsreparatie (NER)	relatief eenvoudige reparatie
DNA dubbele breuk	recombinatiereparatie	reparatie is moeilijker - grotere kans op mislukking
Verkeerde verbinding tussen de twee ketens		
A-G fout	mismatchreparatie	reparatie is moeilijker - grotere kans op mislukking
C-T fout	(MMR)	
deletie		
insertie		
indien aangeboren:	geen	erfelijke ziekte zoals:
puntmutatie, chromosoommutatie		taaislijmziekte (CF) - puntmutatie:
deletie of insertie		Xeroderma pigmentosa: NER werkt niet goed
		erfelijke darmkanker: MMR werkt niet goed

1 ► In verband met een controlesysteem zijn DNA-reparaties altijd complexe reacties met vele eiwitten.

2 ► Niet-repareerbaar DNA leidt tot apoptose, of tot veroudering van DNA met kans op begin van kanker.

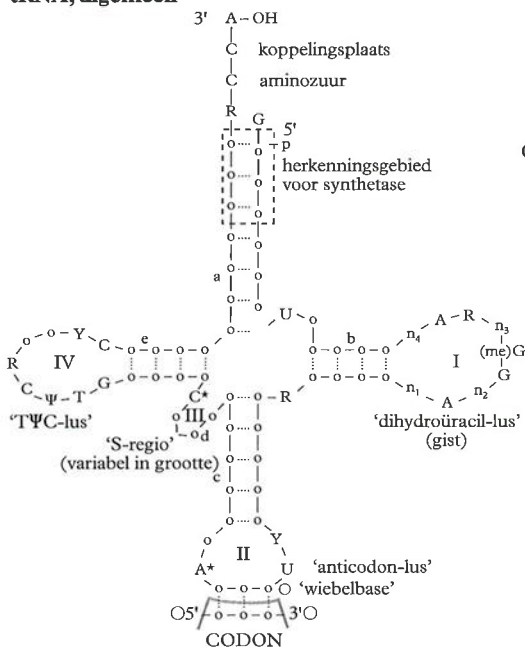
afkorting	type RNA
mRNA	messenger RNA
tRNA	transport RNA
rRNA	ribosomaal RNA
miRNA	micro RNA
snRNA	small nuclear RNA

afkorting	type RNA
snoRNA	small nucleolar RNA
aRNA	antisense RNA
	telomerase RNA
siRNA	small interfering RNA
RNAi	interferentie RNA

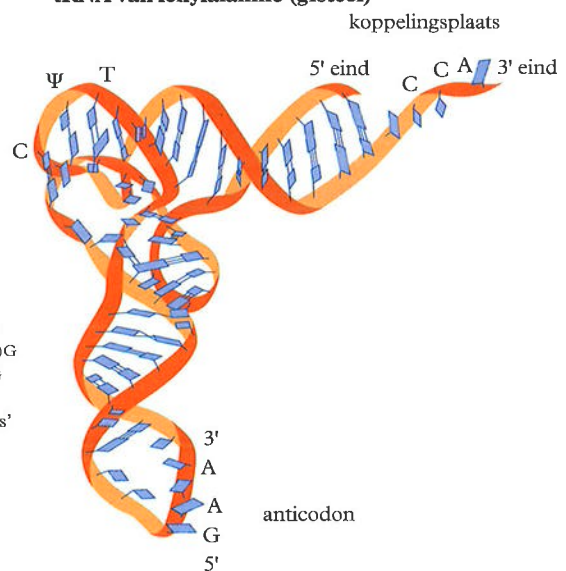
Structuren van tRNA

2

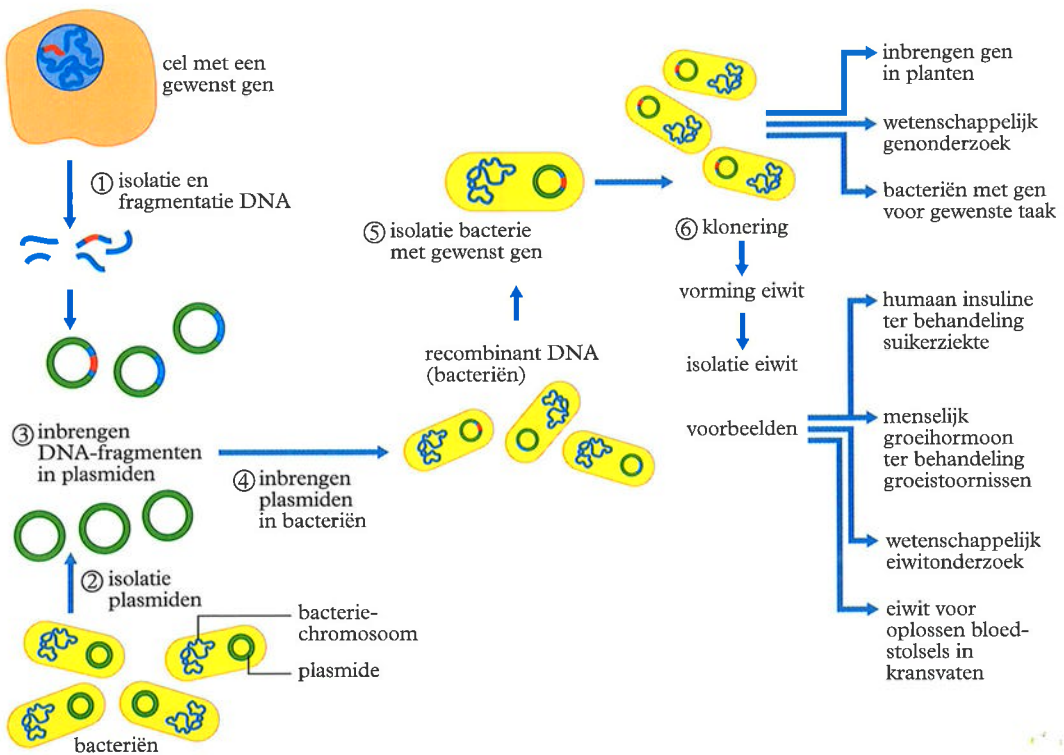
tRNA, algemeen



tRNA van fenylalanine (gistcel)

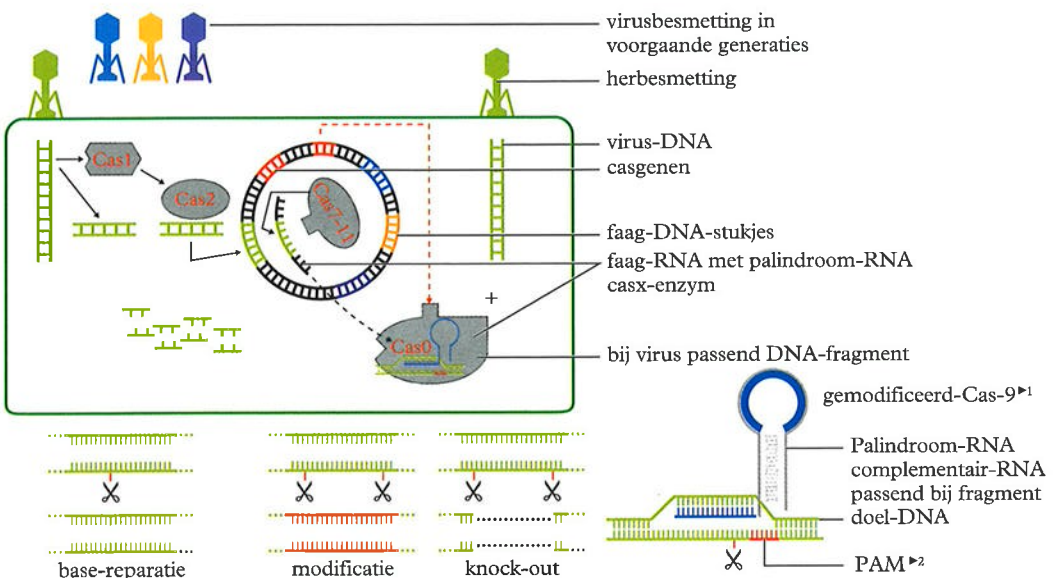


symbolen	verklaring
I, II, III en IV	'lussen' (gebieden zonder basenparing)
a, b, c, d en e	helixgebieden (met basenparing), of 'armen'
o	nucleotiden; basenparing is aangegeven met een puntlijn
R en Y	purine- en pyrimidinenucleotiden
T en Ψ	ribothymidine en pseudoüridine
*	gewijzigde base
n1, n2, n3 en n4	resp. 0-1, 1-3, 1-3 en 0-2 nucleotiden in dihydrouracil-lus



Natuurlijke CRISPR-werking in een bacterie

2



1 ► Biotechnologie; Cas9 is zo bewerkt dat het alle gewenste DNA-stukjes kan wegknippen en inbouwen.

2 ► PAM: een noodzakelijk stukje DNA voor knipvermogen.

relatieve meeloopsnelheden in loopvloeistof petroleumether 92% / aceton 8%

<i>pigment</i>	<i>Rf-waarde</i>
β -caroteen	0,98
α -caroteen	0,78
luteïne (bladxanthofyl)	0,69
violaxanthol	0,55

<i>pigment</i>	<i>Rf-waarde</i>
chlorofyl-a	0,38
chlorofyl-b	0,21
andere pigmenten	0,00

pH-traject van enkele lichaamsvloeistoffen

74

<i>lichaamsvloeistof</i>	<i>pH-traject</i>
bloed	7,3 - 7,5
darminhoud	4,8 - 8,0
gal	6,8 - 7,0
maaginhoud	1,0 - 3,0

<i>lichaamsvloeistof</i>	<i>pH-traject</i>
speeksel	6,5 - 7,5
urine	4,8 - 8,4
zweet	3,8 - 6,5

Osmotische waarden

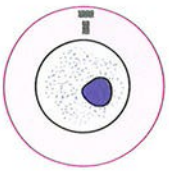
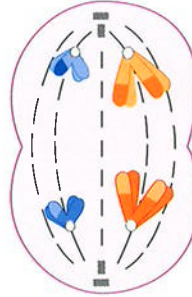
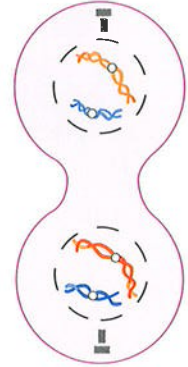
75

gemeten bij $T = 293 \text{ K}$ en $p = p_0$

	<i>massa in 100 g water</i>	<i>concentratie g L⁻¹</i>	<i>concentratie 10⁻³ mol L⁻¹</i>	<i>osmotische waarde</i>
	<i>g</i>	<i>g L⁻¹</i>	<i>10⁻³ mol L⁻¹</i>	<i>10⁶ Pa</i>
D-fructose } D-glucose }	0,5	5,0	28	0,06
	1,0	10,0	56	0,13
	2,0	20,1	112	0,27
	3,0	30,3	168	0,42
	4,0	40,6	225	0,57
	5,0	50,9	282	0,71
	6,0	61,3	340	0,87
	7,0	71,8	398	1,03
	8,0	82,4	457	1,19
	9,0	93,1	516	1,35
	10,0	103,9	576	1,52
NaCl	15,0	159,0	881	2,46
	0,5	5,0	86	0,39
	1,0	10,1	172	0,77
	2,0	20,2	346	1,54
	3,0	30,6	523	2,34
	4,0	41,1	703	3,15
	5,0	51,7	885	3,96
	6,0	62,5	1069	4,76
	7,0	73,4	1256	5,53
ureum	8,0	84,5	1445	6,29
	1,0	10,0	167	0,40
	2,0	20,1	334	0,79
	3,0	30,2	503	1,20
	5,0	50,6	842	2,03
	10,0	102,5	1707	4,20
bloedplasma	15,0	155,9	2595	6,20
				0,74 (gemiddeld)

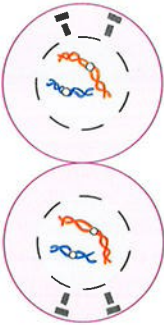
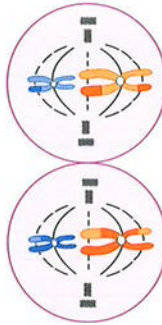
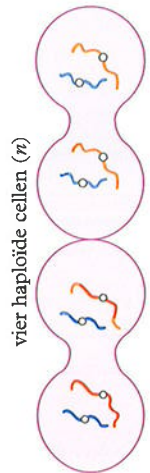
Meiose I; met crossing-over

2

① *interfase* ($2n$)② *vroege profase I*③ *metafase I*④ *anafase I*⑤ *telifase I en cytokinese*

Meiose II

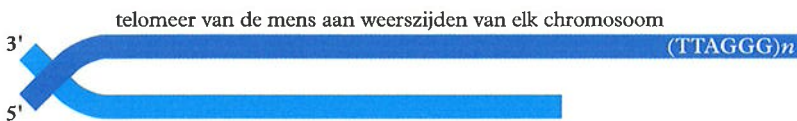
3

⑥ *interkinese* (n)⑦ *profase II* (n)⑧ *metafase II*⑨ *anafase II*⑩ *telifase II en cytokinese* (n)vier haploïde cellen (n)

■ Voor rijping gameten; zie tabel 86D.

Telomeer van de mens

4



n maakt de herhaling 3000-20000 basen lang

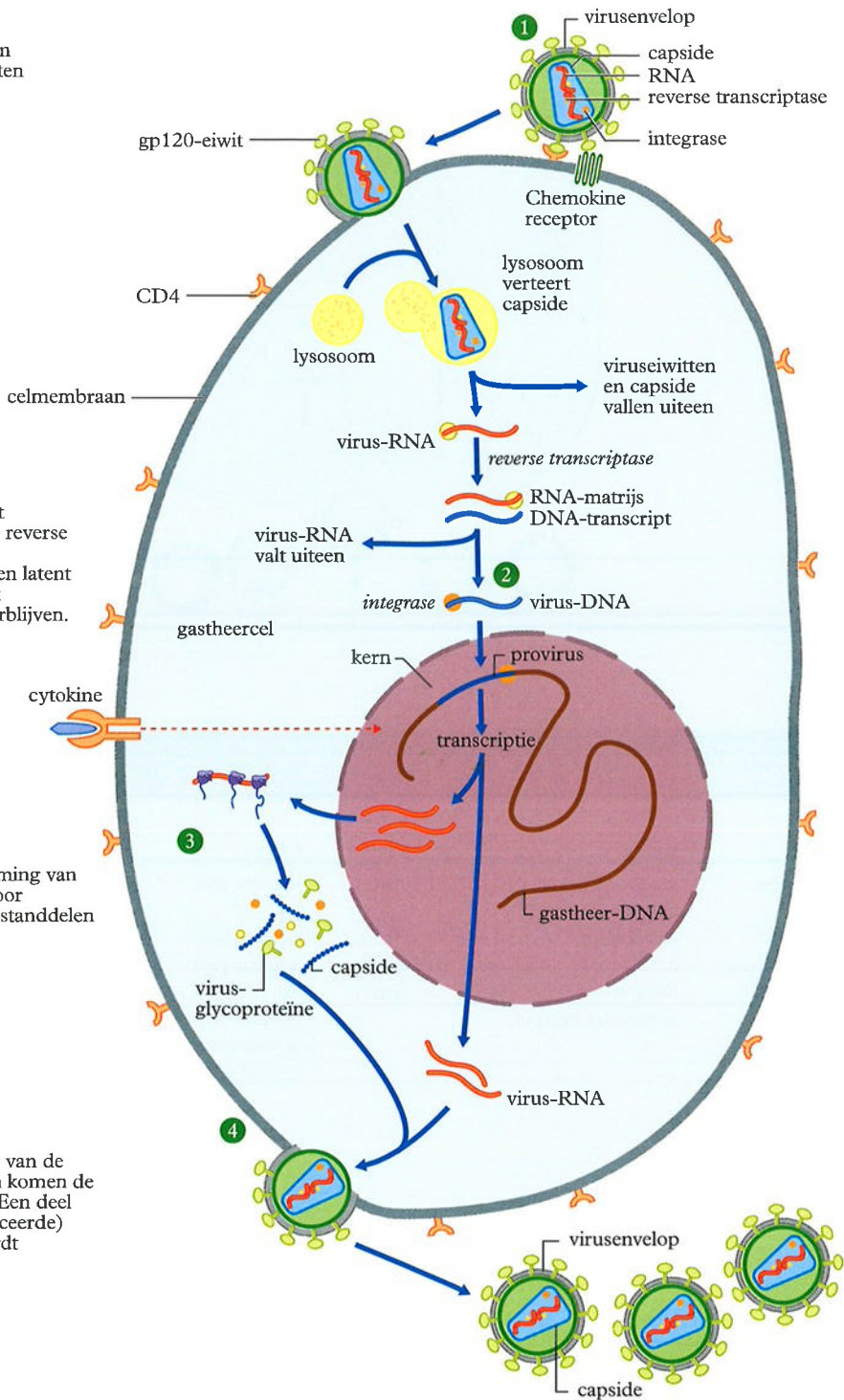
In sterk delende weefsels blijft n op waarde door telomerase, een reverse transcriptase.

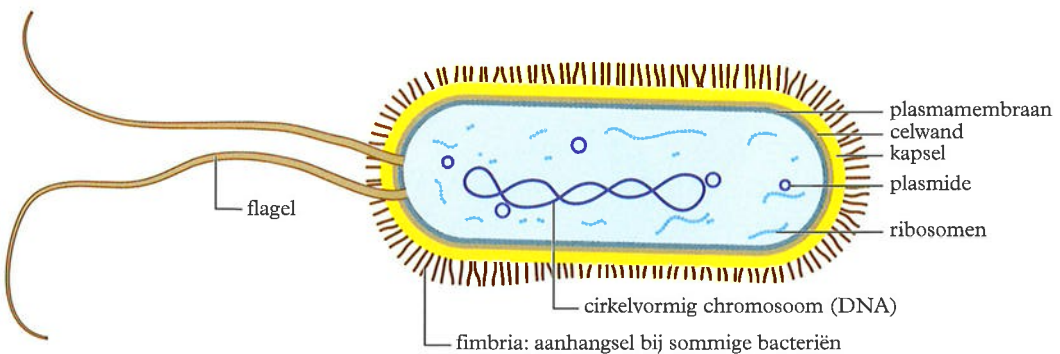
1
Hechting virus aan
oppervlakte-eiwitten

2
Vorming DNA uit
virus-RNA m.b.v. reverse
transcriptase.
Het DNA kan jaren latent
als provirus in het
gastheer-DNA verblijven.

3
Na activering vorming van
virus-RNA en (door
translatie) virusbestanddelen

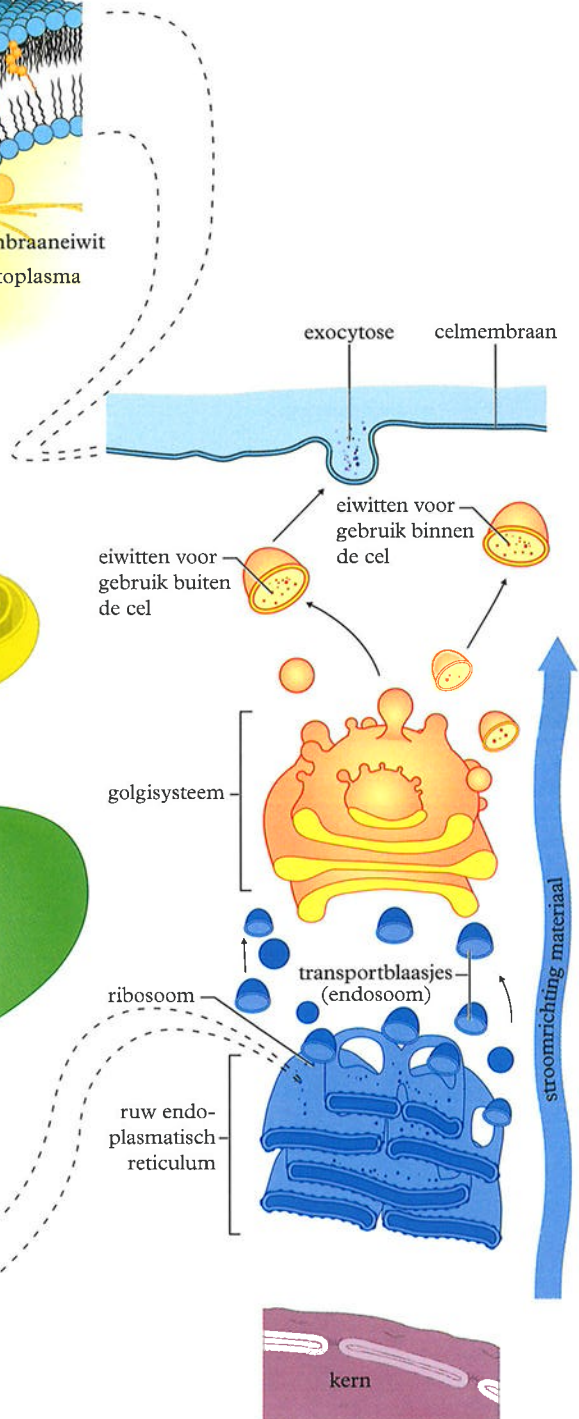
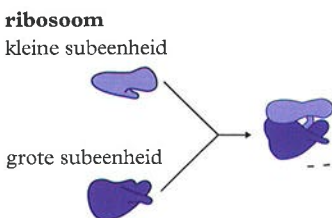
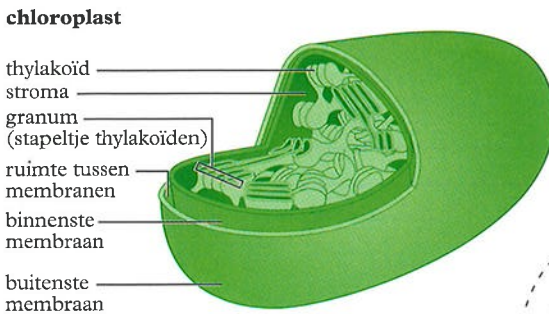
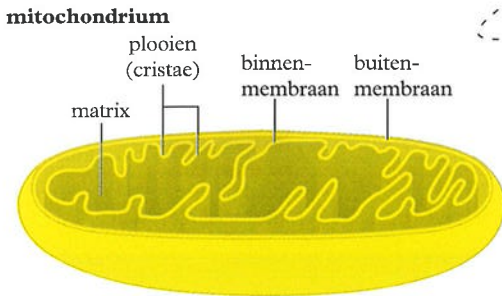
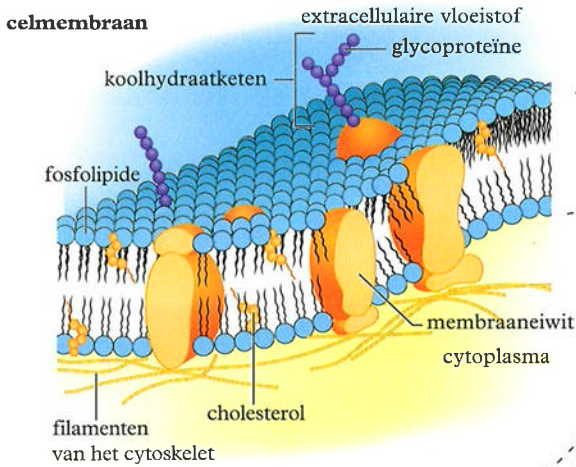
4
Na samenvoeging van de
virusbestanddelen komen de
virusdeeltjes vrij. Een deel
van het (gemodificeerde)
celmembraan wordt
meegenomen als
virusenvelop.

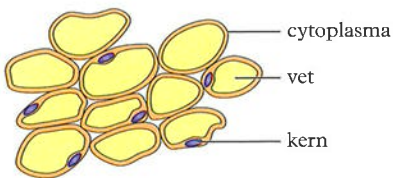




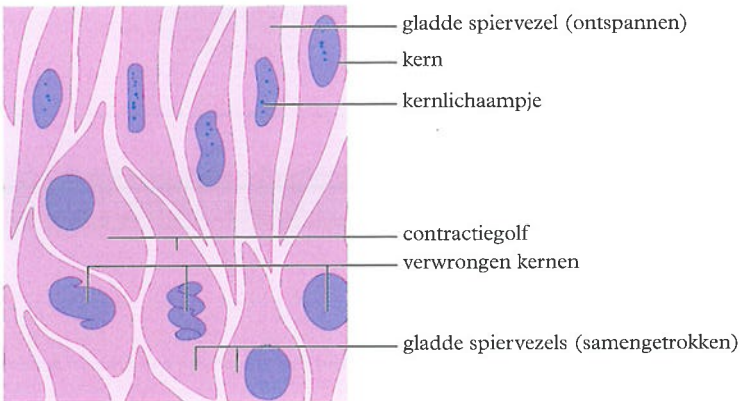
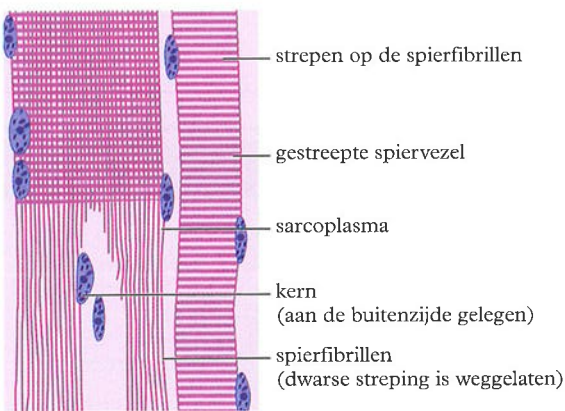
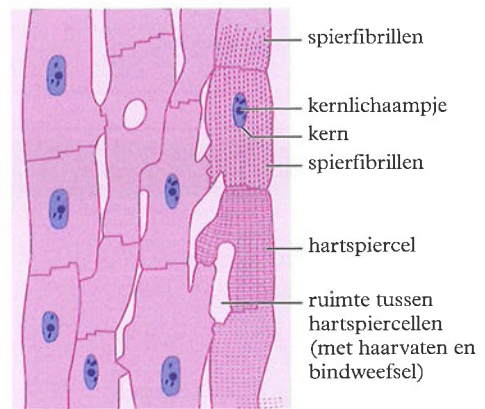
bacterievorm	voorbeelden van geslachten	voorbeelden van soorten	belangrijkste kenmerken
staafje	Bacillus	Bacillus subtilis	sporenvormende bacterie, veel gebruikt in het laboratorium
	Bacterium	Chlorobacterium spec.	fotosynthetiserende bacterie
		Clostridium botulinum	strikt anaerobe gram-positieve sporenvormende bacterie, veroorzaker van botulisme middels een zeer giftig toxine (botuline)
		Lactobacillus bulgaricus	melkzuur-(yoghurt-)vormende gram-positieve bacterie
		Listeria monocytogenes	gram-positief, overleeft in rauwmelkse producten, heeft flagel, veroorzaker listeriosis
		Escherichia coli	gram-negatieve darmbacterie, veel gebruikt in laboratoria en indicator voor (fecale) verontreiniging van oppervlaktewater (i.v.m. kwaliteit zwembadwater); een veroorzaker van urineweginfecties
		Salmonella spec.	gram-negatief, veroorzaker van voedselvergiftiging via o.a. rauw vlees en kruisbesmetting, ernstige vormen zijn tyfus en paratyfus
vibrio	Vibrio	Bdellovibrio bacteriovorus	gram-negatieve endoparasiet van bacteriën, met hoge dissimilatiesnelheid
		Desulfovibrio desulfuricans	strikt anaerobe H ₂ S-vormende bacterie
		Vibrio cholerae	gram-negatieve verwekker van cholera
spiril	Spirillum	Thiospirillum jenense	purperen zwavelbacterie, fotosynthetiserende bacterie met H ₂ S als waterstofdonor
			
spirocheet	Spirochaeta	Spirochaeta plicatilis	saprofytische bacterie
		Treponema pallidum	veroorzaker van syfilis
		Leptospira	
		icterohaemorrhagiae	veroorzaker van de ziekte van Weil
(mono)kok	Micrococcus	Methanococcus vannielii	methaanvormende bacterie
		Ruminococcus flavefaciens	cellulose-afbrekende bacterie in de pens van herkauwers
diplokok	Diplococcus	Neisseria gonorrhoea	veroorzaker van gonorrhoe (druiper) (gram-negatief)
		Neisseria meningitidis	veroorzaker van hersenvliesontsteking (nekkrimp)
tetrakok	Chroococcus	Chroococcus spec.	fotosynthetiserende cyanobacterie
	Sarcina		(zowel 1, 2 als 4 cellen bij elkaar)
streptokok	Streptococcus	Streptococcus lactis	melkzuurvormende bacterie (gram-positief)
		Streptococcus spec.	veroorzaker van roodvonk (gram-positief)
		Enterococcus faecalis	veroorzaker urineweginfecties (gram-positief)
stafylokok	Staphylococcus	Staphylococcus aureus	gram-positieve facultatief anaerobe bacterie, veroorzaker van voedselvergiftiging door toxine, ook bekend als de MRSA-bacterie in ziekenhuizen
			

■ Bacteriën worden ingedeeld in gram-negatieve en gram-positieve bacteriën. Deze indeling betreft een kleuringsverschil door celwandverschillen, die passen bij gevoeligheid voor antibiotica. Gram-negatieve bacteriën zijn doorgaans resistentier.



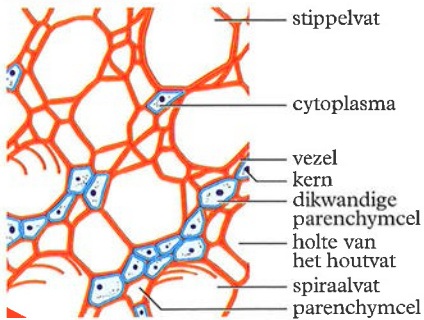
**vetweefsel**

Vetweefsel is een bijzonder type bindweefsel.
De kernen zijn opzij gedrukt.

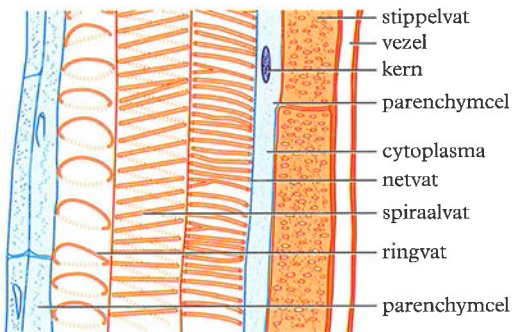
**glad spierweefsel****dwarsgestreept spierweefsel****hartspierweefsel**

xyleem (hout)

dwarsdoorsnede

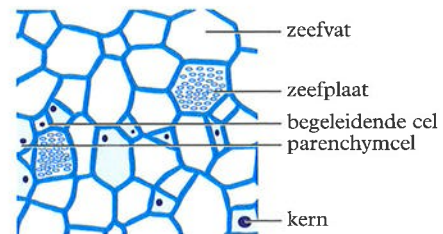


lengtedoorsnede

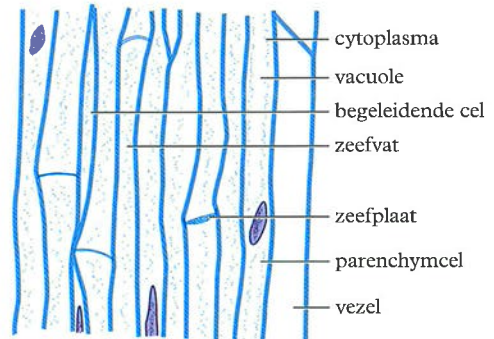


floëem (bast)

dwarsdoorsnede



lengtedoorsnede



<i>vitamine</i>	<i>nut</i>	<i>bron (N.B. ADH geldt voor volwassen vrouw en man)</i>	<i>opmerkingen</i>
B12 cobalamine 1948	rol bij vorming rode bloedcellen – vorming myelineschedes – rol bij (trans-)aminering – beïnvloedt stofwisseling van foliumzuur	lever, vlees, vis, melk, kaas, eieren ADH 2,8 µg	waarschijnlijk enige cobalthoudende stof – tekort ontstaat meestal door verstoorde opname of langdurig veganisme – lichaam legt voorraad aan – preventie van diverse vormen van anemie en neurologische beschadigingen
C L-ascorbine-zuur 1932	antioxidant - stimuleert opname van ijzer - co-enzym van > 800 enzymen - invloed op weerstand – synthese collageen	fruit, m.n. paprika, kiwi en citrusvruchten, spruitjes, aardappels ADH 70 mg	temperatuurgevoelig – synergie van vitamine C en bepaalde flavonoiden – overdosis verdwijnt via nieren – eigen synthese bij aantal zoogdiersoorten – chronisch tekort veroorzaakt scheurbuik: loszittende tanden, bloedingen, anemie, bot- en spierpijn – E300
D2 ergocalciferol D3 cholecalciferol 1919	rol bij calcium- en fosfaatopname in dunne darm – idem reabsorptie in nieren – afzetting in bot en gebit – goed functioneren spieren, zenuwen en bloedstolling – immuunrespons	vette vis, levertraan, paddestoelen, toegevoegd aan margarine ADH 5-10 µg	omgezet tot werkzame hormoon calcitriol – via zonlicht eigen productie in de huid – overdosis geeft schade aan hart en nieren – tekort dreigt bij mensen met permanent bedekte huid of sterke pigmentatie – tekort oorzaak spierzwakte – werking D3 10× zo sterk als D2
E D-α-tocoferol 1922	antioxidant – rol bij aanmaak rode bloedcellen – belangrijk voor spieren	plantaardige oliën, granen, noten, zaden ADH 9,3-11,8 mg	tekort komt zelden voor – overdosis schadelijk voor weefsels
F linolzuur 1929	rol bij decarboxylering – verlagend effect op cholesterolgehalte in bloed	plantaardige oliën	voor vitamine aangezien bij ontdekking in 1929, maar essentieel onverzadigd vetzuur – toegevoegd aan vele vetten en oliën
K1 fylloquinon K2 menaquinon 1935	synthese van trombinogeen en andere bloedstillingscomponenten – botvorming	K1: bladgroenten, tomaten K2: kaas, ei, vlees, melk	vanaf 3 ^e maand via darmbacteriën – tekort bij leverziekten en darmaandoeningen – overdosis zeldzaam (mogelijk trombose)
Q ubiquinon 1957	als co-factor in de elektronen- transportketen	eigen synthese	vaak gebruikt als supplement Q10 – alleen verlaging bloeddruk bewezen

<i>nummer</i>	<i>stoffen</i>	<i>functie</i>
422	glycerol	bv, oi
432 t/m	polyoxyethyleen-20-	em
436	sorbitaanvetzuren	
440	pectine	gm, st, vd
442	ammoniumfosfatiden	em
450 t/m	fosfaten (di-)	ak, bm, cv,
452		em, gm, rm,
		sz, st, zr
460 t/m	cellulosen	em, gm, st,
466		vd, vm
471	mono- en diglyceriden van vetzuren	em
472	veresterde mono- en diglyceriden van vetzuren	em
474	suikerglyceriden	em
475	polyglycerolesters van vetzuren	em
476	polyglycerolpolyricinoleaat	em
482	calciumstearoyl-2-lactyla	em
491, 492,	sorbitaanvetzuren	em
494		
503	carbonaat (ammonium-)	rm
509	calciumchloride	ak, sz, st
510	ammoniumchloride (salmiak)	oi
541	fosfaat (natriumaluminium-)	ak, bm, cv,
		em, gm, rm,
		sz, st, zr
552, 554,	silicaten	ak
559		
570	vetzuren	oi
575	gluconodeltalacton	vz
578	guanylaat (calcium-)	sv

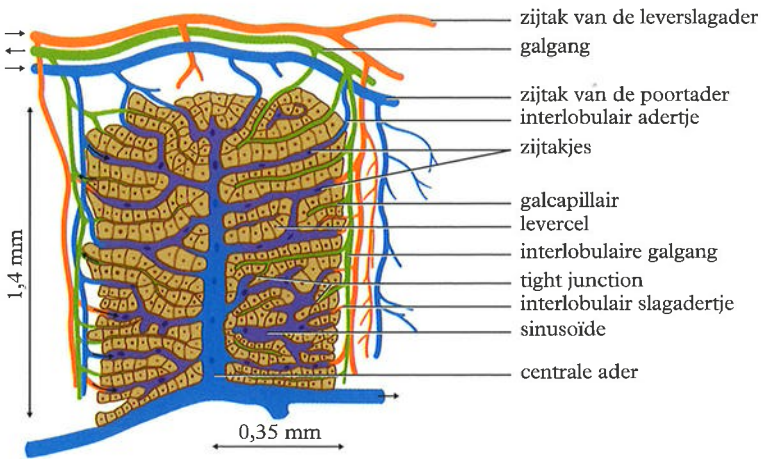
betekenis van de afkortingen

ak	antiklontermiddel
ao	antioxidant
bm	brood-/meelverbeteraar
bv	bevochtigingsmiddel
cs	conserveermiddel
cv	complexvormer
dg	drijfgas/verpakkingsgas
em	emulgator
ez	enzym
gl	glansmiddel
gm	geleermiddel
kl	kleurstof

<i>nummer</i>	<i>stoffen</i>	<i>functie</i>
620 t/m	glutamaten	sv
625		
626	guanylzuur	sv
627	guanylaten	sv
630	inosinezuur	sv
631 t/m	inosinaten	sv
633		
640	glycine	bv, oi
640	natriumglycinaat	oi, zr
901	bijenwas, wit en geel	gl
902	candellilawas	gl
903	carnaubawas	gl
938	argon	dg
939	helium	dg
941	stikstof(gas)	dg
948	zuurstof	dg
950	acesulfaam	zs
951	aspartaam	zs
952	cyclamaat	zs
953	isomalt	vs, zs
954	sacharine (en het natrium-, kalium- en calciumzout)	zs
957	thaumatine	zs
959	neohesperidine	zs
965	maltitol	vs, zs
966	lactitol	vs, zs
967	xylitol	zs
1102	glucose-oxidase	ez
1103	invertase	ez
1105	lysozym	ez
1200	polydextrose	vs
1440	hydroxypropylzetmeel	gm, st, vd
1442	hydroxypropyldizetmeelfosfaat	gm, st, vd

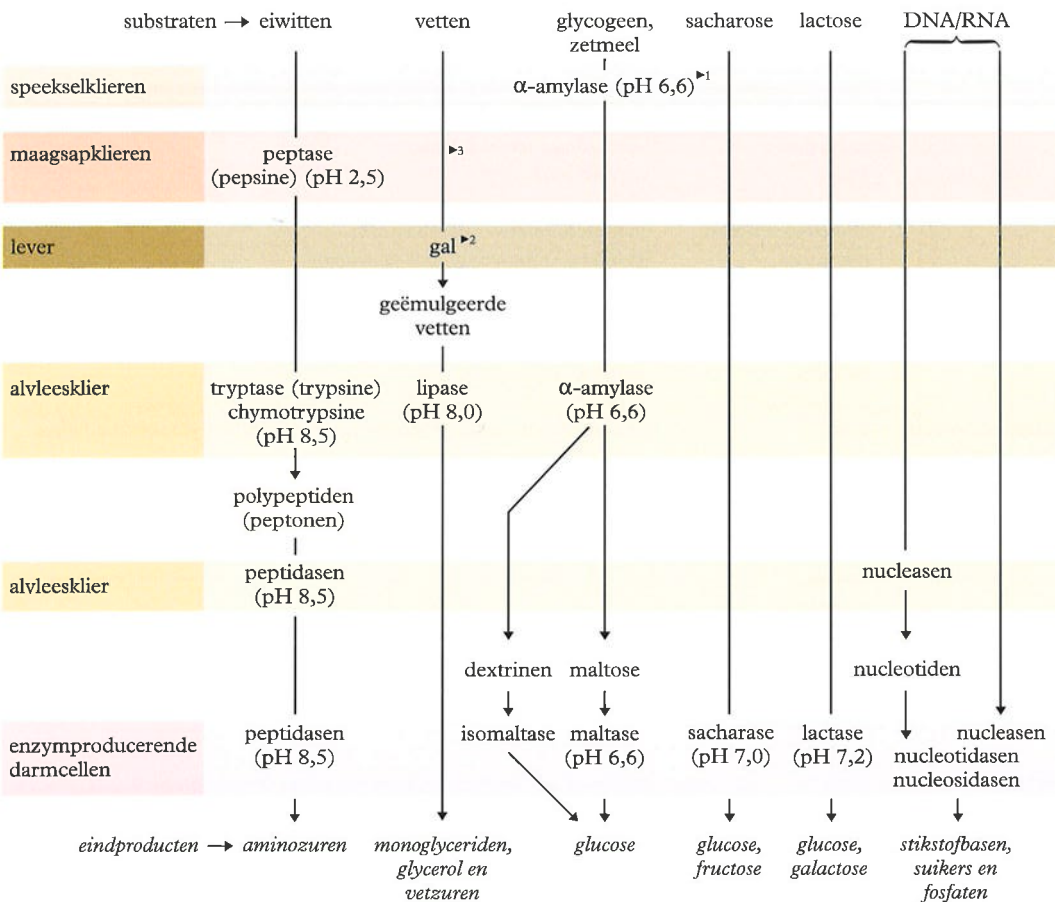
betekenis van de afkortingen

oi	overig(e) ingrediënt/hulpstof
rm	rijsmiddel
st	stabilisator
sv	smaakversterker
sz	smeltzout
vd	verdikkingsmiddel
vm	verstevigingsmiddel
vs	vulstof
vz	voedingszuur
zr	zuurteregelaar
zs	zoetstof



Verteringsenzymen

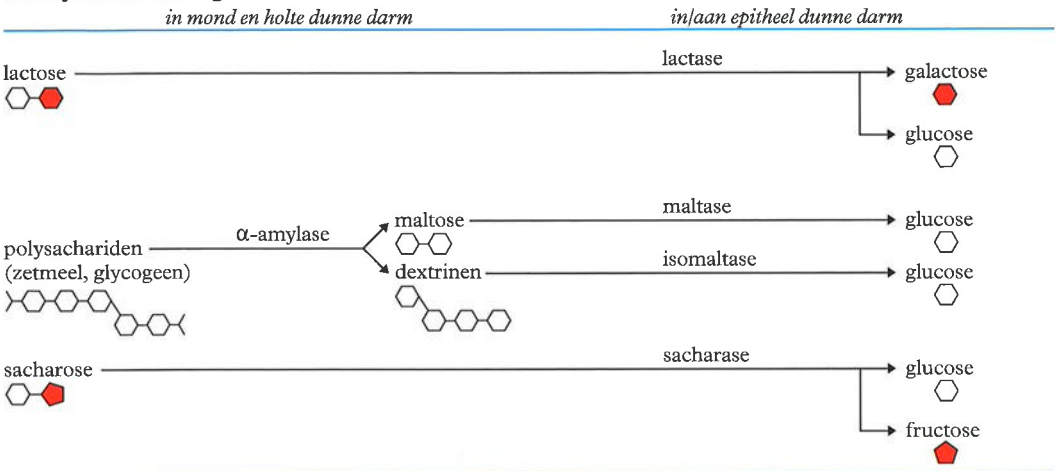
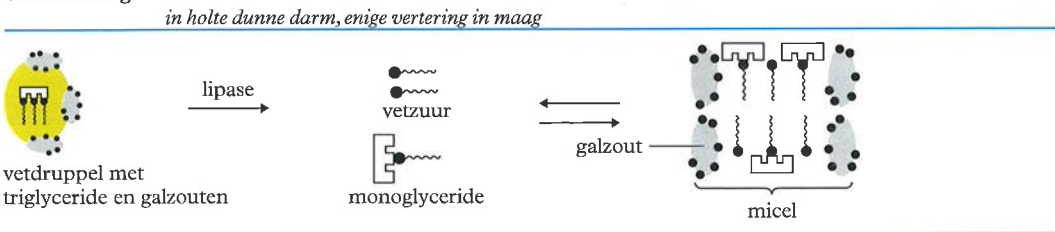
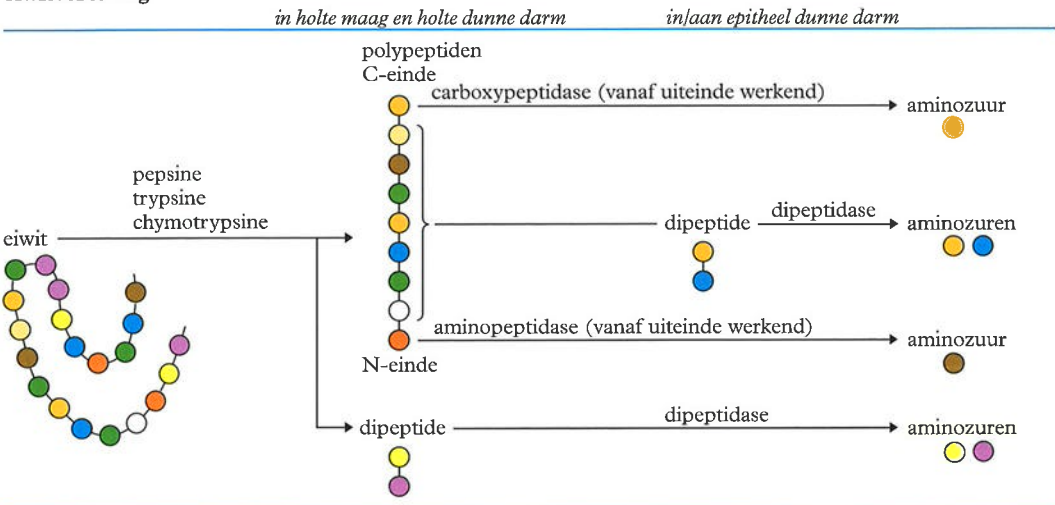
E



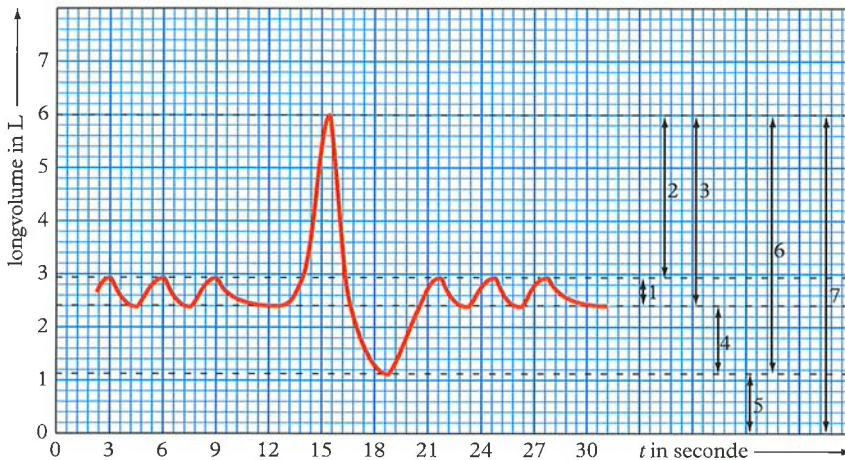
1 ► pH-optimum

2 ► geen enzym

3 ► bij baby's maaglipase (pH 2,0 – 6,0), voor vertering van melkvet

koolhydraatvertering**vetvertering****eiwitvertering**

■ Voor formules: zie tabellen 67F, G en H.



1 = ademvolume (teugvolume) in rust (V_T)

2 = inademiingsreservevolume (V_{IR})

3 = inademiingscapaciteit (V_{IC})

4 = uitademingsreservevolume (V_{UR})

5 = restvolume (V_{rest})

6 = vitale capaciteit (V_{VC})

7 = totale longcapaciteit (V_{TC})

longvolume in L bij gezonde, rechtopstaande mens

geslacht	vrouw	man	man
leeftijd	20-30 jaar	20-30 jaar	50-60 jaar
lichaamsoppervlakte	1,7 m ²	1,7 m ²	1,6 m ²
V_{IC}	2,4	3,6	2,6
V_{UR}	0,8	1,2	1,0
V_{VC}	3,2	4,8	3,6
V_{rest}	1,0	1,2	2,4
V_{TC}	4,2	6,0	6,0
$V_{rest}/V_{TC} \times 100\%$	24%	20%	40%

stand middenrif en borstbeen bij in- en uitademing

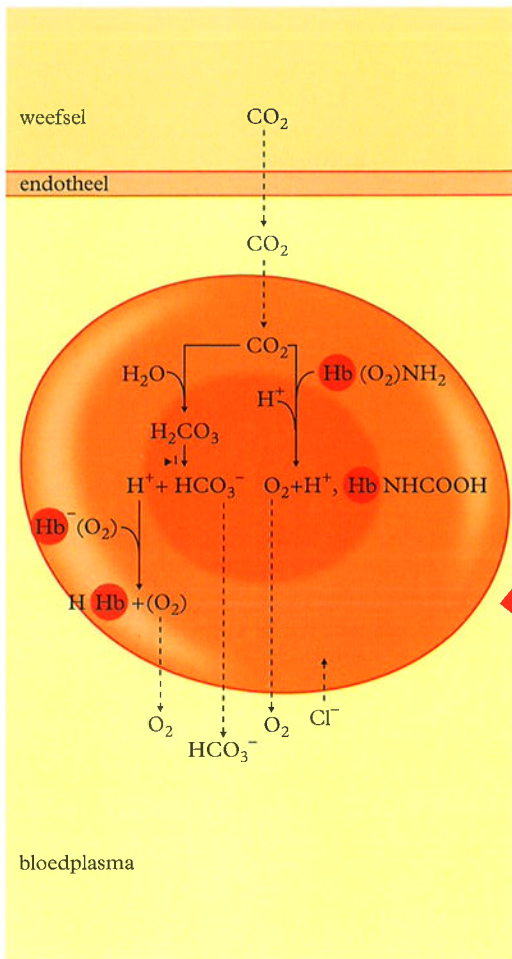
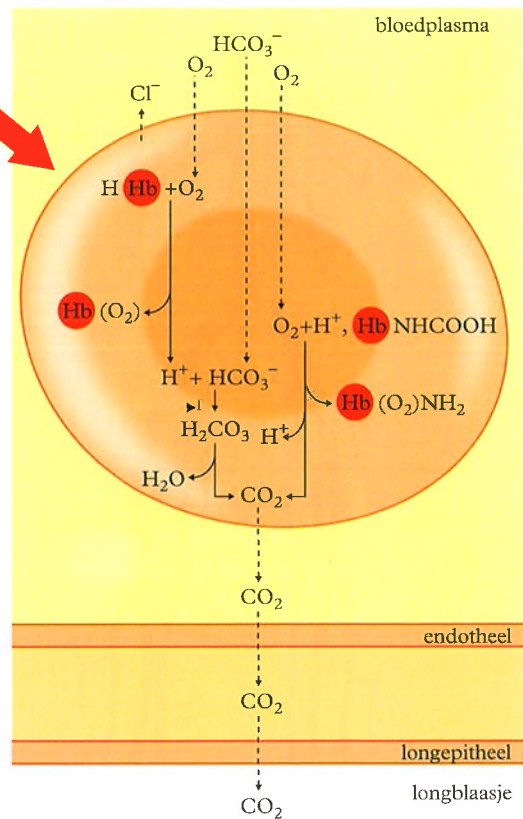


Samenstelling gassen in lucht en bloed

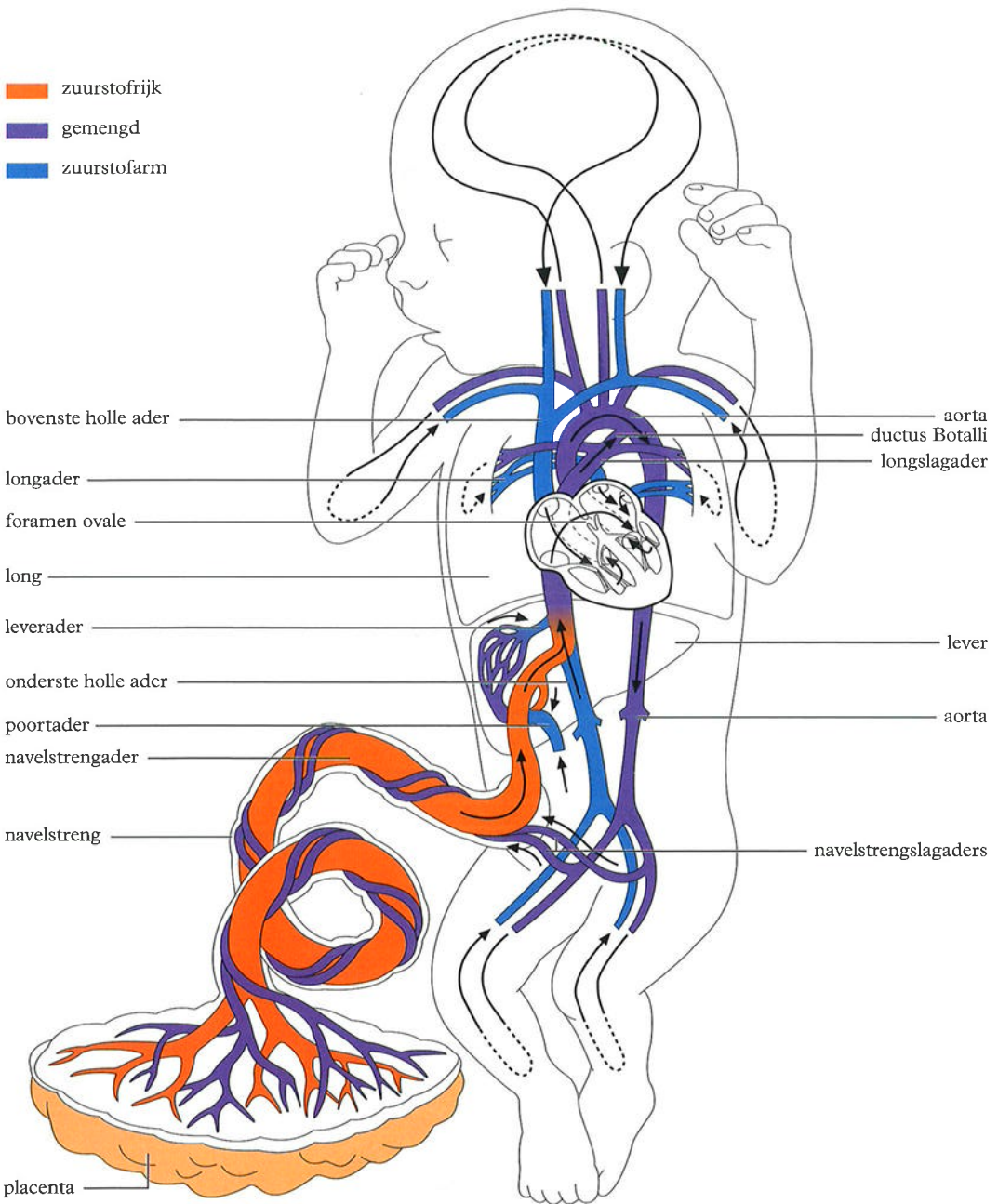
partiële gasdruk van de belangrijkste gassen bij ademhaling in kPa en volume-% bij $p = p_0$

	p_{O_2}	vol %	p_{CO_2}	vol %	p_{N_2}	vol %	p_{H_2O}	$p_{\text{totaal}} \uparrow$
inademingslucht	19,9	20,9	0	0,03	75,1	79,0	6,3	101,3
uitademingslucht	15,4	16,2	3,7	3,9	75,9	79,8	6,3	101,3
lucht in longblaasjes	13,3	14,0	5,3	5,6	76,4	80,4	6,3	101,3
bloed dat longhaarvaten binnenkomt	5,3		6,1		77,1		6,3	94,8
bloed dat longhaarvaten verlaat	12,6		5,3		77,1		6,3	101,3
weefsels	<5,3	-	> 6,1	-	-	-	-	-
buitenlucht (droog)	21,1	20,9	0	0,03	80,1	79,0		101,3

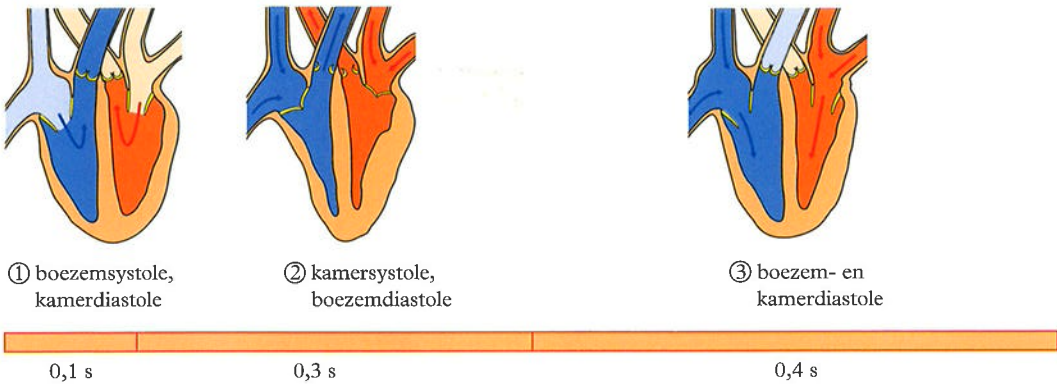
1 ► $p_0 = 101,35 \text{ kPa}$

CO_2 -opname uit weefsel CO_2 -afgifte aan longblaasjes

- zuurstofrijk
- gemengd
- zuurstofarm



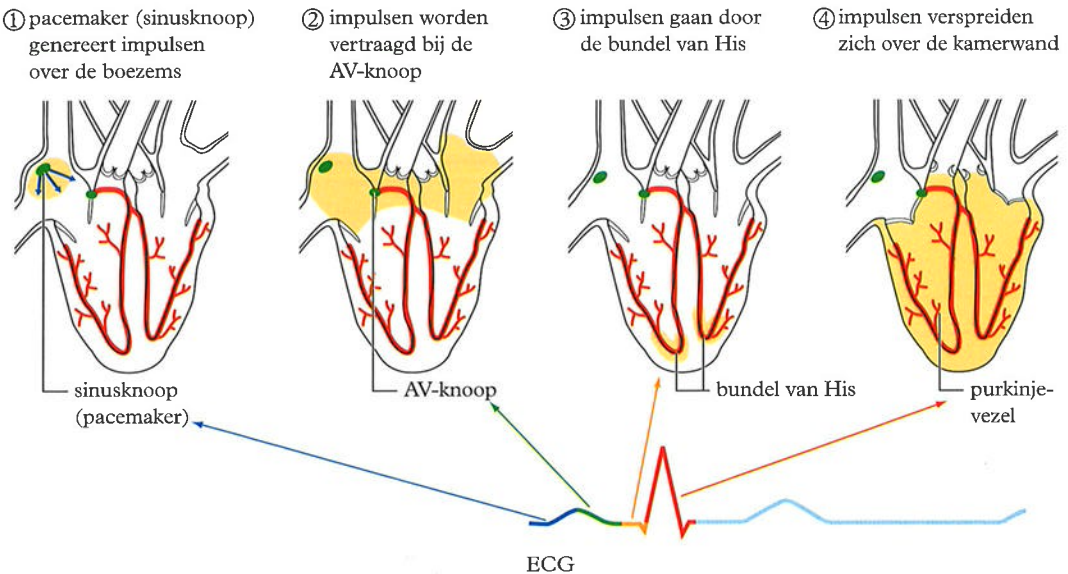
de hartcyclus bij een hartslagfrequentie van 75 slagen per minuut

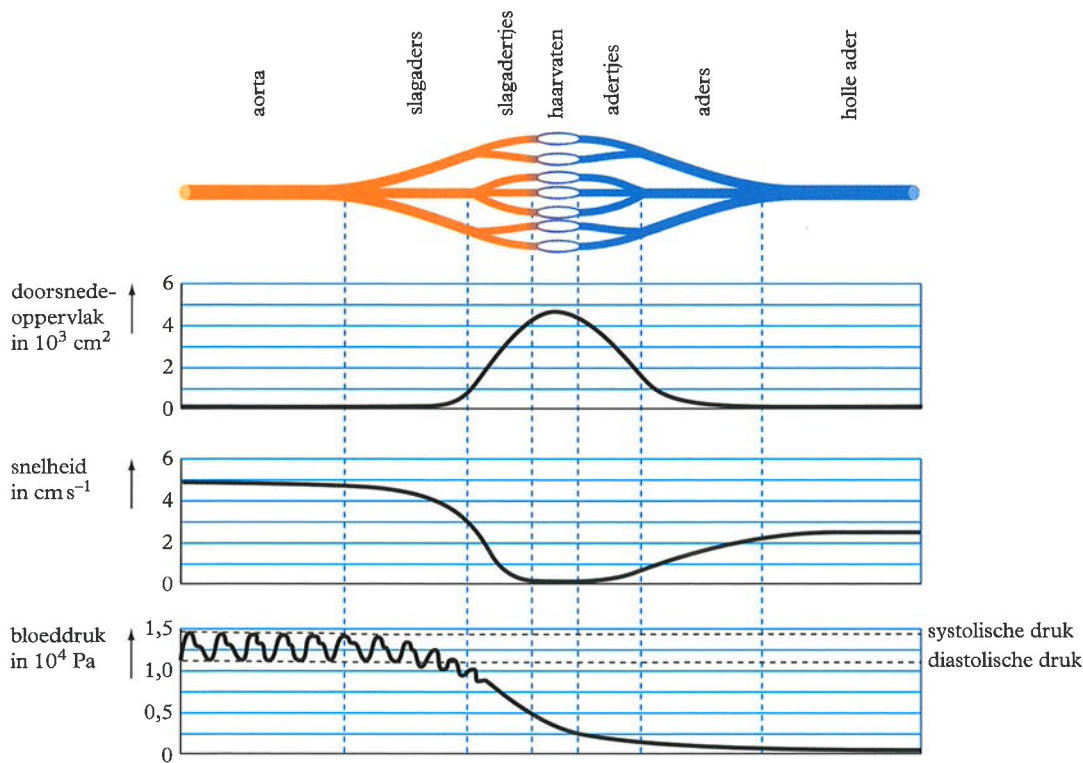


Prikkelgeleiding van het hart

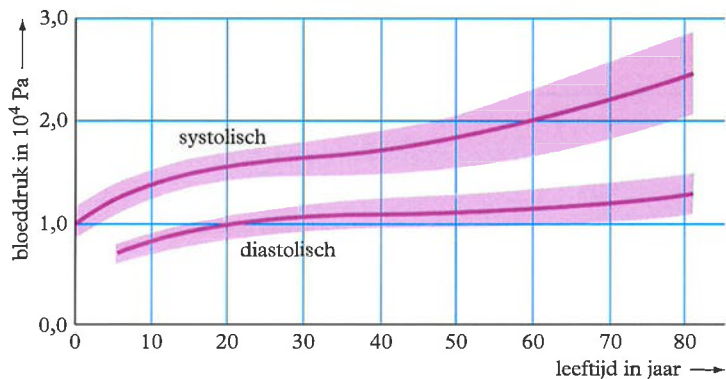
2

prikkelgedrag in relatie tot het ECG





gemiddeld over ca. 20 000 proefpersonen in rust met standaarddeviatie



verdeling van bloed over organen in %							
	buikorganen	hart	nieren	skelet	hersenen	huid	spieren
rust	20-25	4-5	20	3-5	15	5	15-20
zware arbeid	3-5	4-5	3	0,5-1	3-4	5-20	70-85

*samenstelling**hoeveelheid**vaste bestanddelen* (hematocriet)

42 – 47 volume-% van het bloed

	<i>aantal per mm³ bloed</i>
• rode bloedcellen	$4,2 \cdot 10^6 - 6,2 \cdot 10^6$
• bloedplaatjes	$0,14 \cdot 10^6 - 0,34 \cdot 10^6$
• witte bloedcellen	$5 \cdot 10^3 - 10 \cdot 10^3$
- neutrofiële granulocyten	40 – 70%
- lymfocyten	20 – 40%
- monocyten	2 – 10%
- eosinofiele granulocyten	1 – 6%
- basofiele granulocyten	< 1%

plasma

53 – 58 volume-% van het bloed

• water	92 volume-% van het plasma
• eiwitten	7 volume-% van het plasma
	<i>concentratie in g L⁻¹ plasma</i>
- albumine ($M = 6,9 \cdot 10^4$)	32 – 50
- globulinen ($M = 1 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^7$)	15 – 30
- fibrinogeen	2 – 5
• overige stoffen	<i>concentratie in g L⁻¹ plasma</i>
- glucose	0,6 – 1,3
- cholesterol	1,3 – 3,5
- bilirubine	0,0 – 0,011
- ureum	0,14 – 0,40
- natriumionen	3,1 – 3,6
- kaliumionen	0,12 – 0,21
- calciumionen	0,08 – 0,12
- ijzerionen	0,0004 – 0,0021
- chloride-ionen	3,6 – 3,8
- diverse andere stoffen	sterk wisselend

■ De hoeveelheid bloed bij de mens bedraagt ca. $\frac{1}{13}^c$ deel van het lichaamsgewicht.

Niet-specifieke barrières tegen binnendringen van micro-organismen

<i>lichaams- oppervlak</i>	<i>fysische barrière voor micro-organismen</i>	<i>biochemische barrière voor micro-organismen</i>
huid	een voor de meeste micro-organismen ondoordringbare aaneengesloten laag van dode, verhoorde cellen	verlaagde pH door melkzuur en vetzuren uit zweetklieren en talgklieren; remmende stoffen uitgescheiden door commensale bacteriën
neusholte	neusharen (houden deeltjes tegen) en trilhaar- epitheel (zorgt voor slijmstroom naar de keelholte, waar het slijm wordt doorgeslikt)	lysozym (tast bacteriecelwand aan)
luchtpijp	trilhaarepitheel (zie neusholte)	
ogen	stroming van traanvocht	lysozym (tast bacteriecelwand aan)
mond- en keelholte	speeksel en slijm (wordt doorgeslikt)	lysozym en thiocynaat (remmende stoffen)
maag		zeer lage pH en eiwitverterende enzymen
darmen	vloeistofstroom (snel bij diarree)	eiwitverterende enzymen; remmende stoffen, uitgescheiden door autochtone bacteriën
urinelwegen	vloeistofstroom	
vagina	slijmlaag	lage pH (door commensale bacteriën)

Niet-specifieke en specifieke afweer

<i>niet-specifieke afweer (aangeboren)</i>	<i>specifieke afweer (verworven)</i>
fysische barrière (huid, slijmvliezen)	humorale immuniteit door B-lymfocyten (productie antistoffen)
chemische barrière (lysozymen, complement- eiwitten en interferonen)	cellulaire immuniteit door T-lymfocyten (T-helper-cellen, cytotoxische T-cellen en T-suppressorcellen)
'natural killer'-cellen	
fagocyten	
ontstekingsreactie en koorts	
gericht tegen meerdere typen ziekteverwekkers weerstand blijft gelijk, ook na herhaalde infectie	telkens gericht tegen één type ziekteverwekker weerstand neemt toe na herhaalde infectie door de vorming van geheugencellen

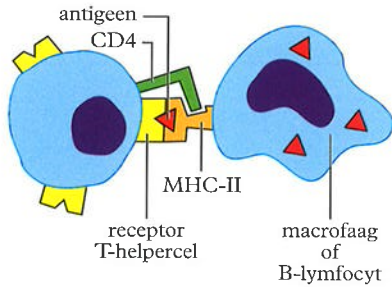
Ontstekingsreactie

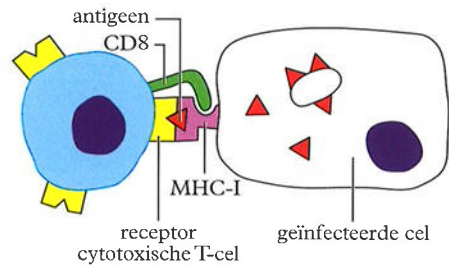
Bij infectie of schade aan een weefsel geven getroffen cellen mediators (signaalmoleculen) af waardoor

- doorbloeding van het weefsel toeneemt (door bloedvatverwijding)
- fagocyten door chemotaxis naar de ontstekingshaard migreren
- langskomende fagocyten aan de haarvatwand hechten, m.b.v. niet-specifieke receptoren (→ fagocytose)
- doorlaatbaarheid van de haarvaten groter wordt (→ uitlekken van vocht en plasma-eiwitten → weefselzwelling)

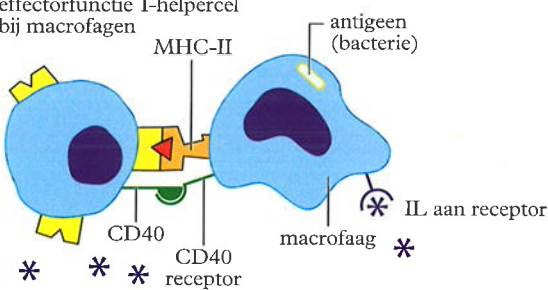
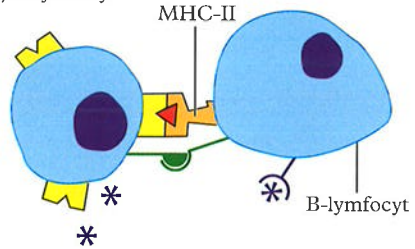
binding van T-cellen aan antigeenpresenterende cellen

pre-T-helpercel

antigeen-
presenterende cel

pre-cytotoxische
T-cel

antigeen-
presenterende cel


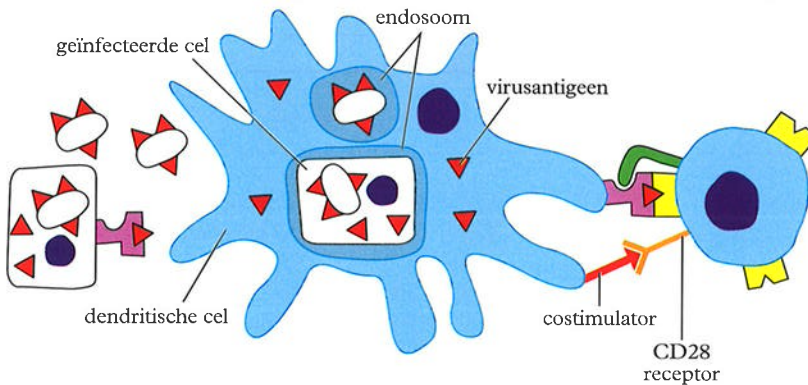
versterkt

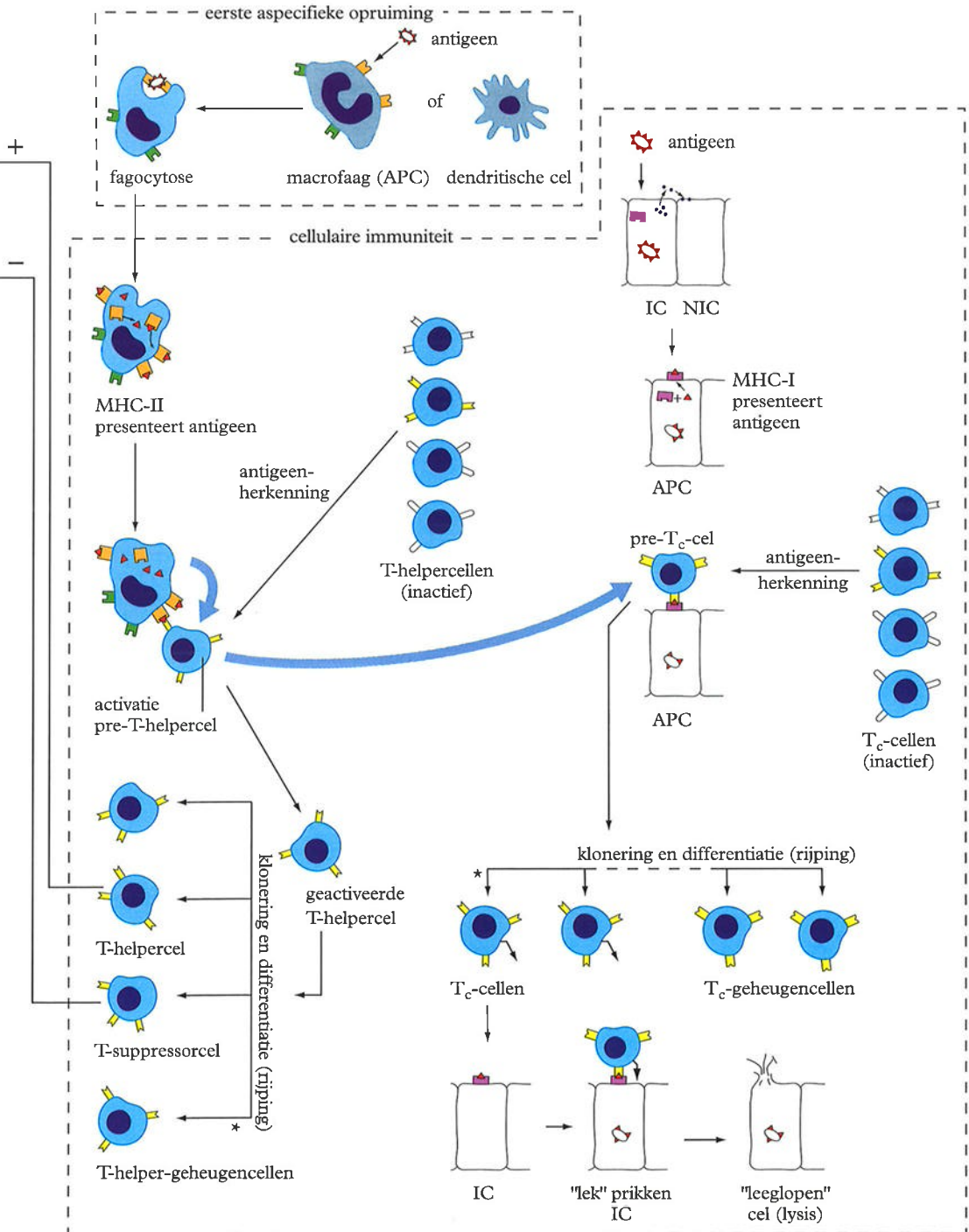
effectorfunctie T-helpercel
bij macrofagen

effectorfunctie T-helpercel
bij B-lymfocyt


■ CD4 en CD8 zijn koppelingseiwitten.

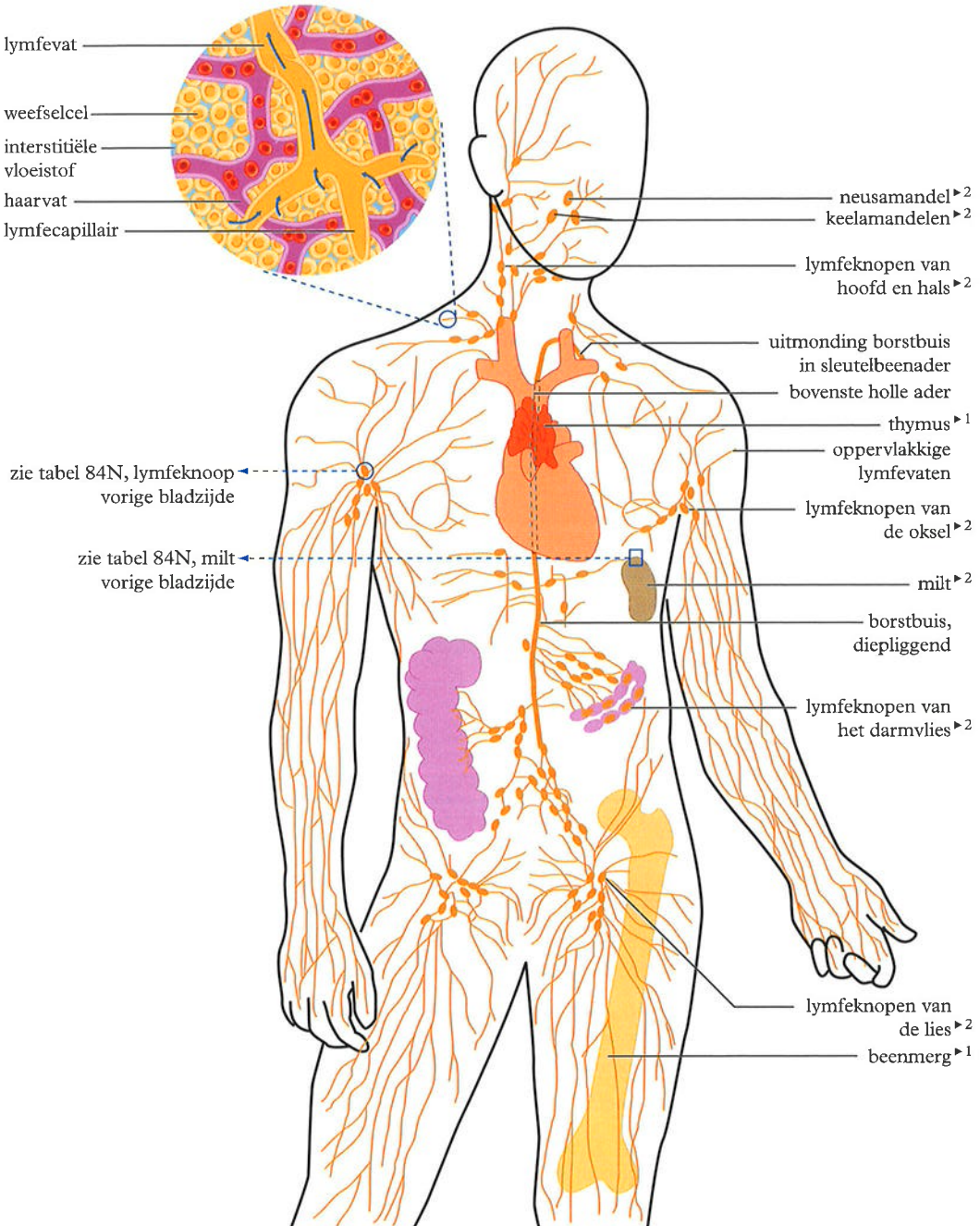
■ Door de MHC-moleculen kunnen T-cellen onderscheid maken tussen eigen en vreemde peptiden.

kruispresentatie van virus of geïnfecteerde cel door dendritische cellen aan cytotoxische T-cel





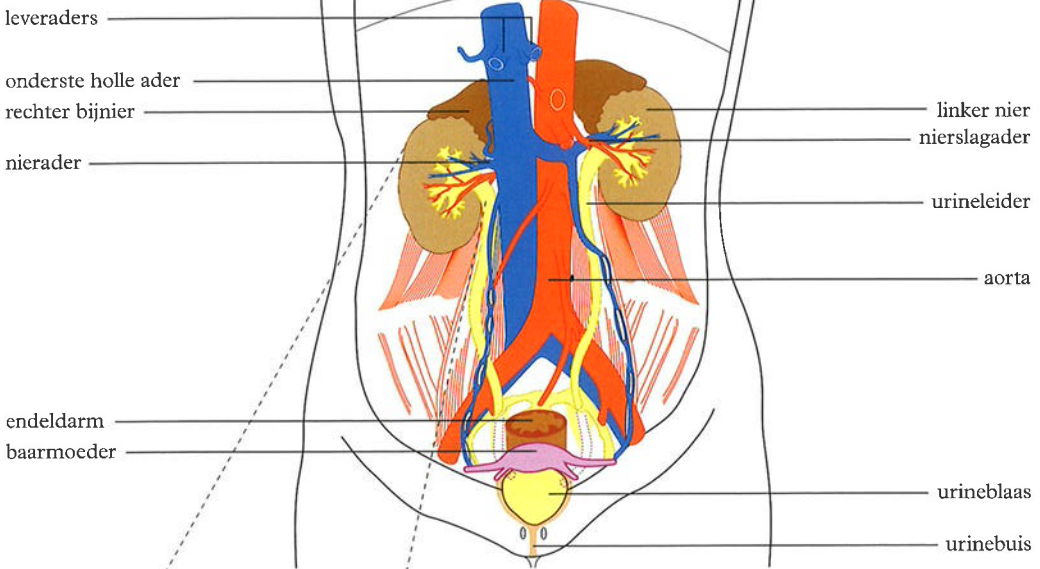
detail lymfevat



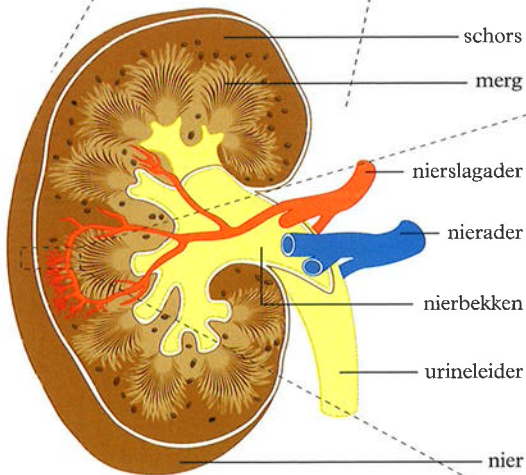
1 ► primaire weefsels van het immuunsysteem

2 ► secundaire weefsels van het immuunsysteem

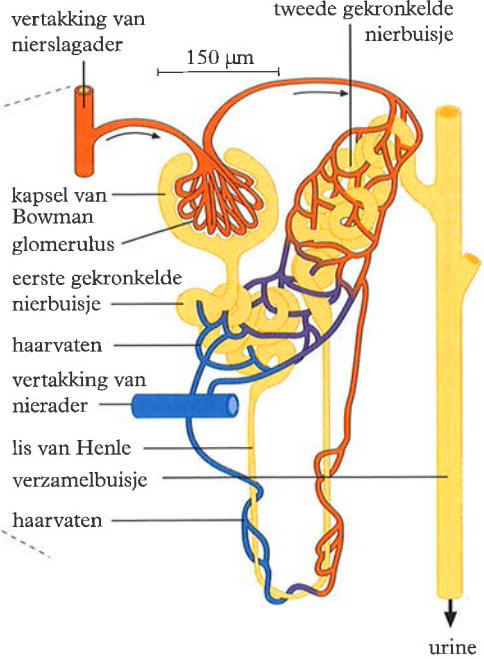
ligging in het lichaam

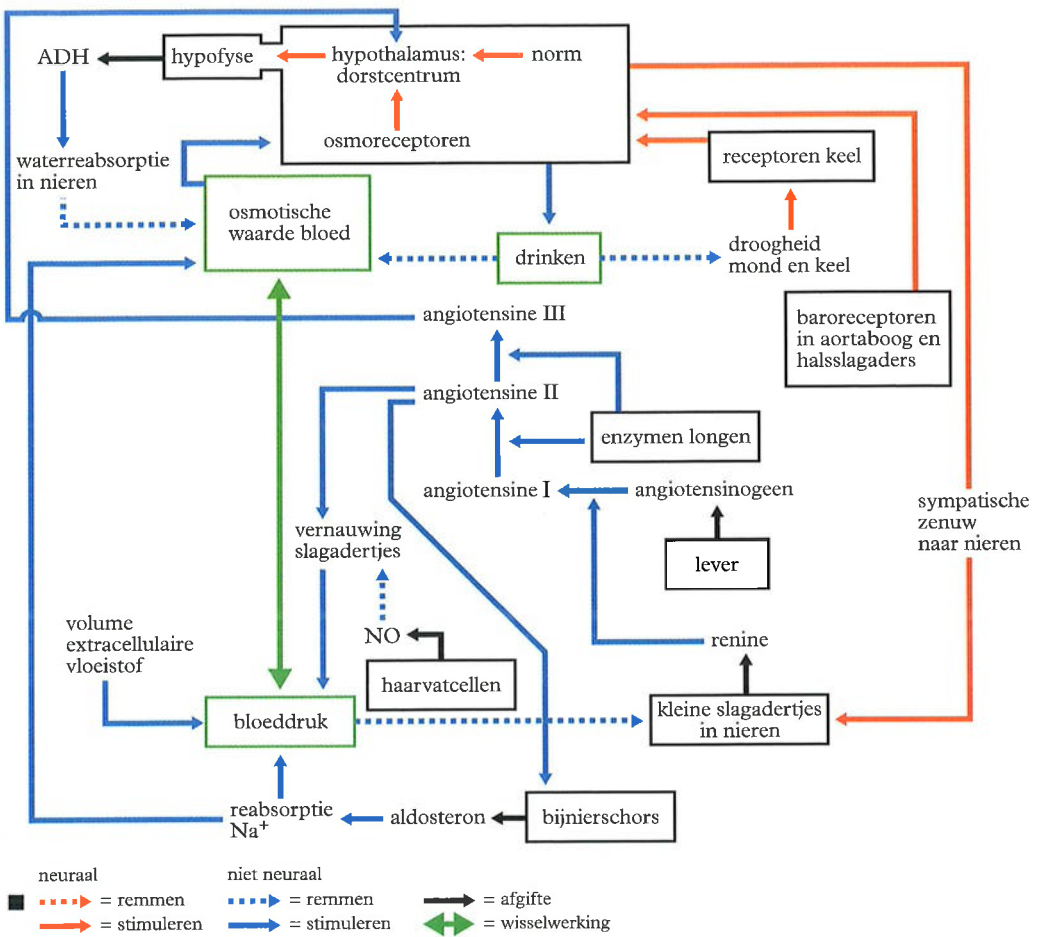


nier, opengewerkt



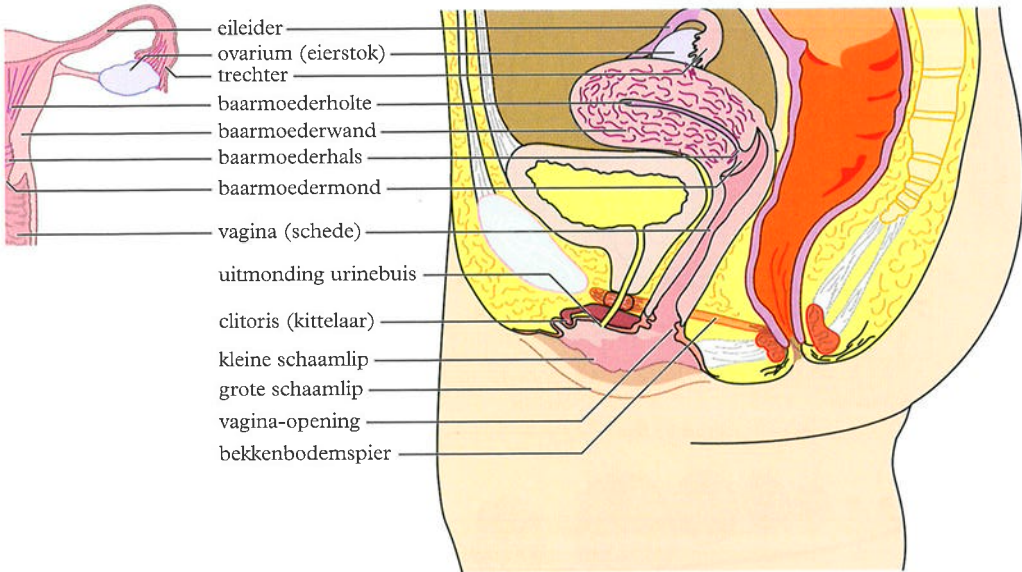
nefron



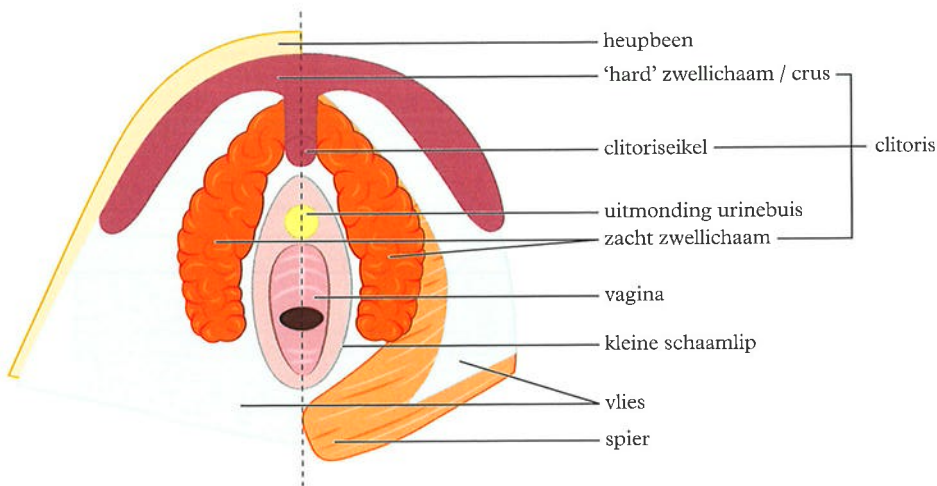


vooraanzicht, doorsnede

zij aanzicht, doorsnede

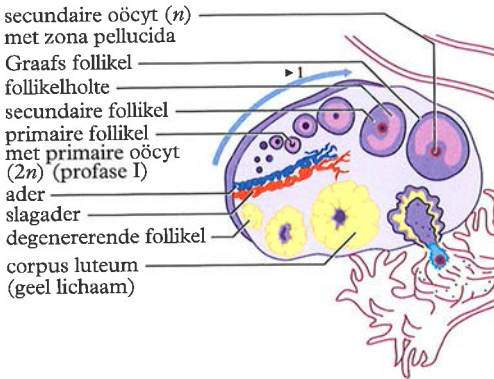


Clitoriscomplex onderaanzicht

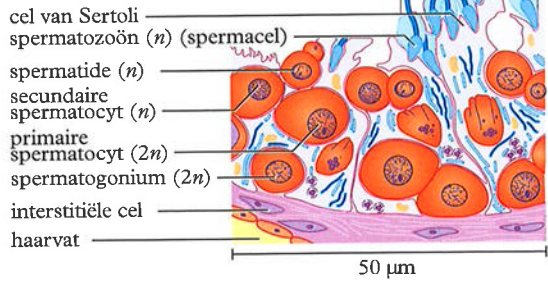


■ Links en rechts van de stippellijn verschillen door weglatingen.

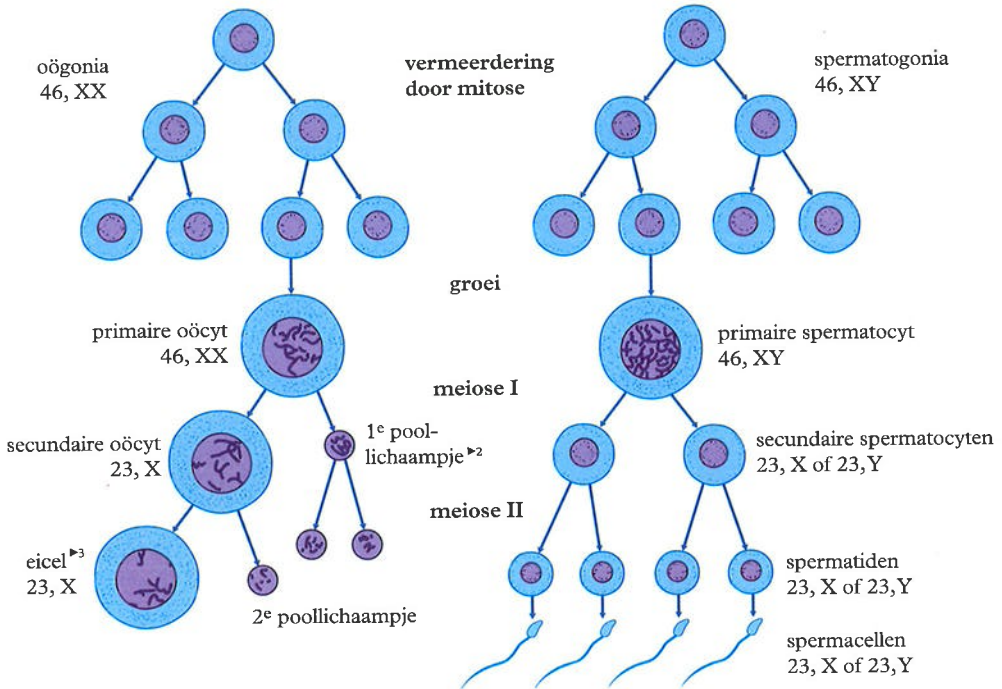
ovarium



zaadbuisje, detail



- De verschillende onderdelen zijn niet op dezelfde schaal getekend.
- De verschillende stadia komen in werkelijkheid niet alle tegelijk voor.



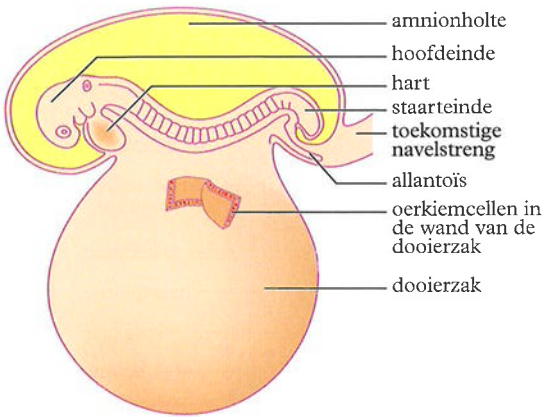
■ Mitose en meiose: zie tabel 76B.

1 ► richting van ontwikkeling

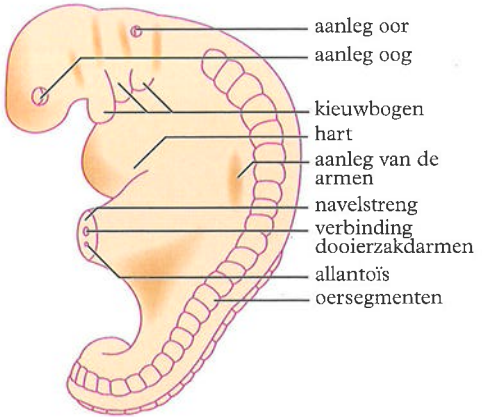
2 ► Bij het 1° poollichaampje kan wel of niet meiose II plaatsvinden.

3 ► Na bevruchting wordt de meiose II in de eicel voltooid.

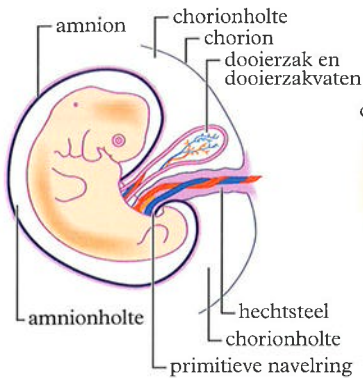
drie weken, alleen embryo met dooierzak



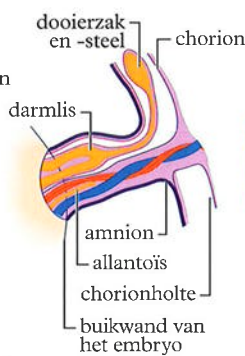
27 dagen, alleen embryo



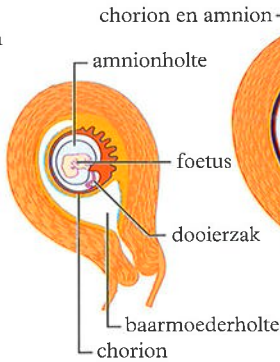
vijf weken, embryo



tien weken, navelstreng



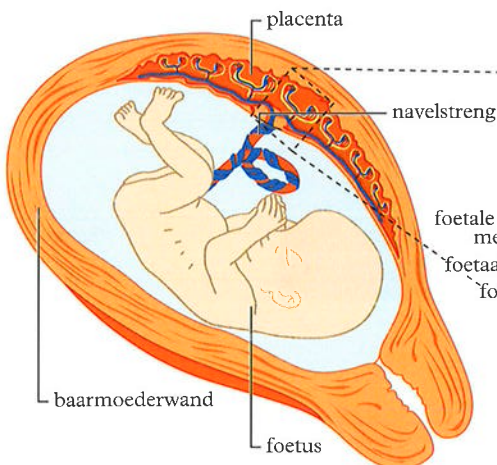
eind tweede maand



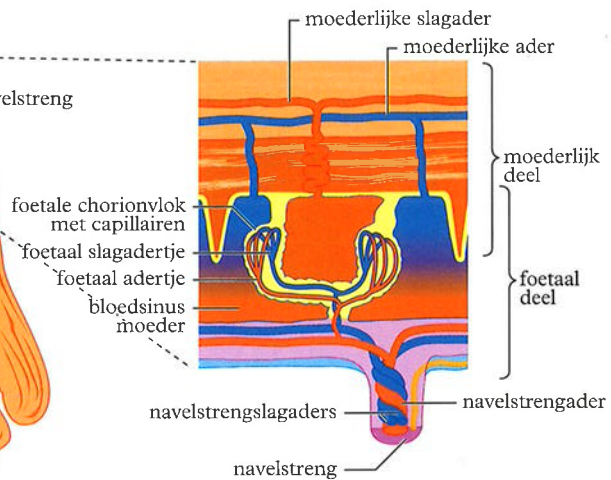
eind derde maand



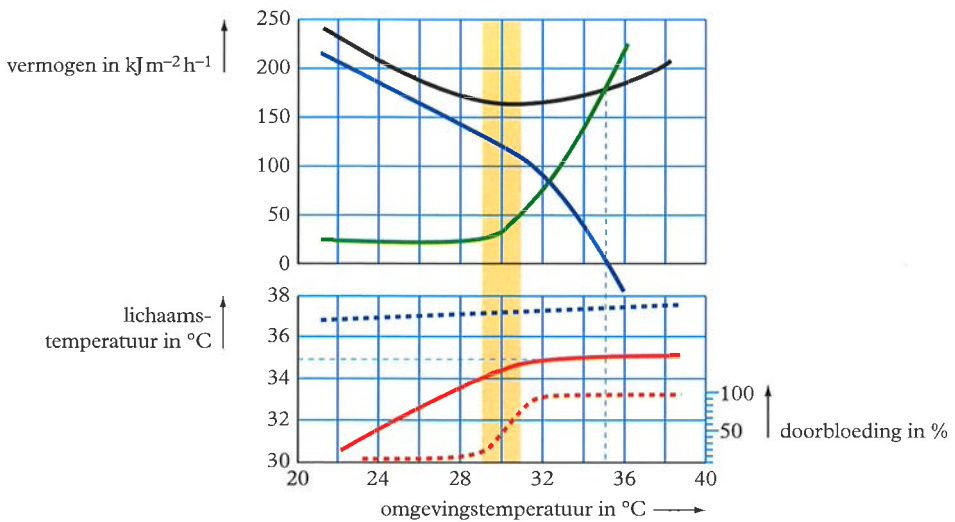
drie-en-een halve maand



placenta, detail

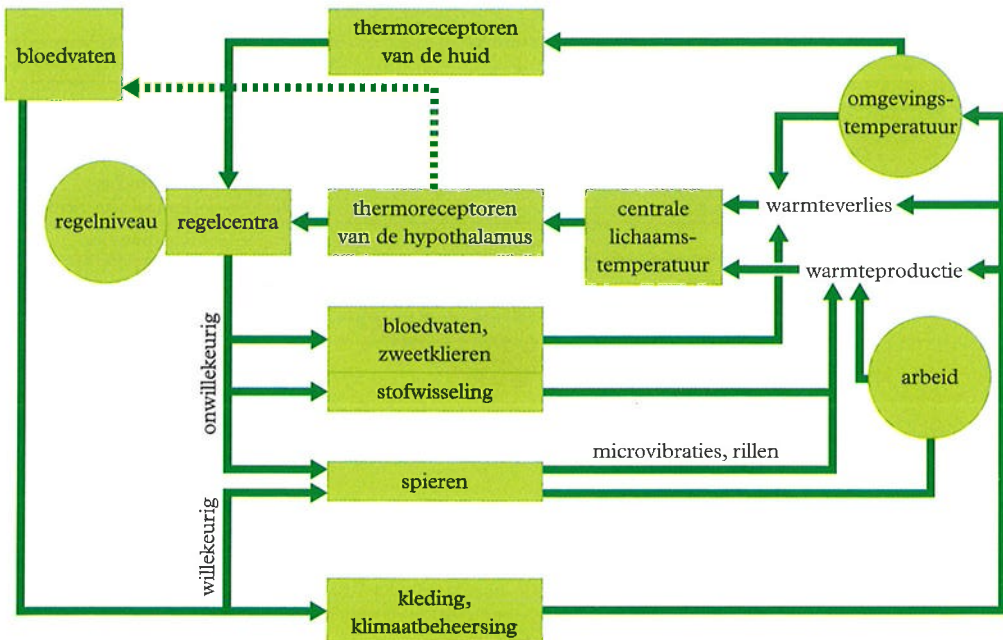


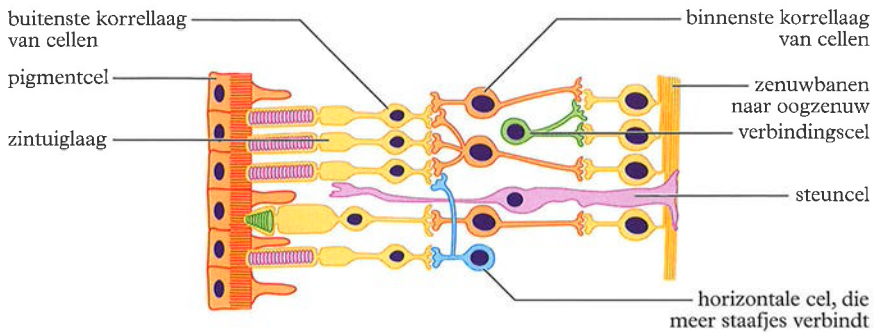
warmteregulatie bij een rustende niet-geklede mens



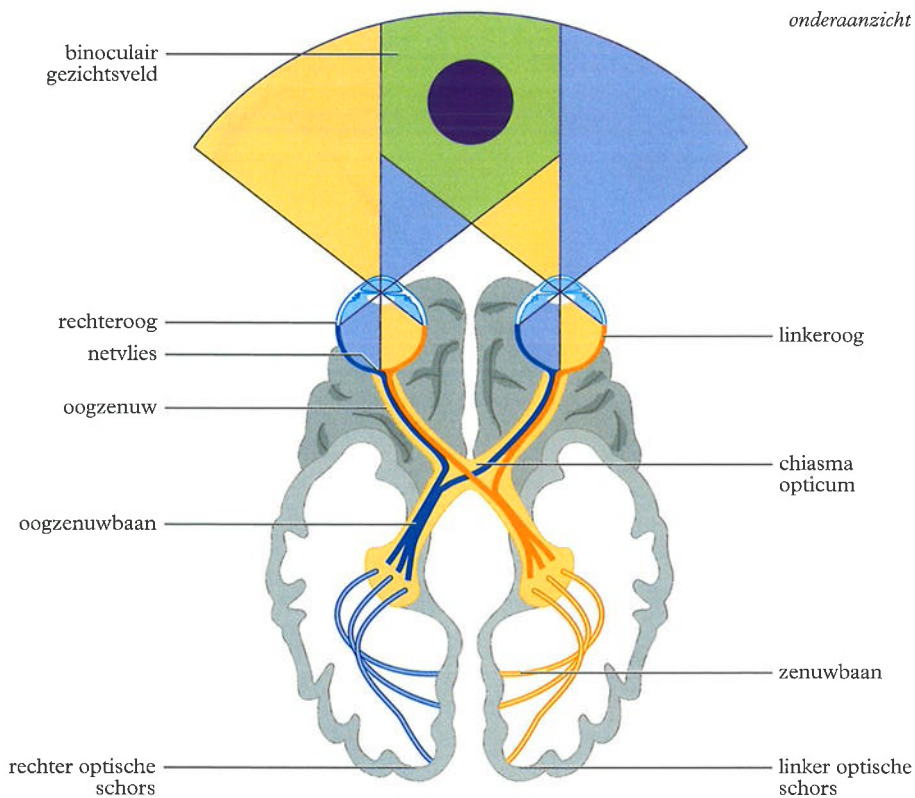
- = warmteproductie van het lichaam
- = warmteafgifte door middel van straling en geleiding
- = warmteafgifte door middel van verdamping
- = huidtemperatuur
- ... = rectale temperatuur
- ... = doorbloeding huid

schema van de temperatuurregeling



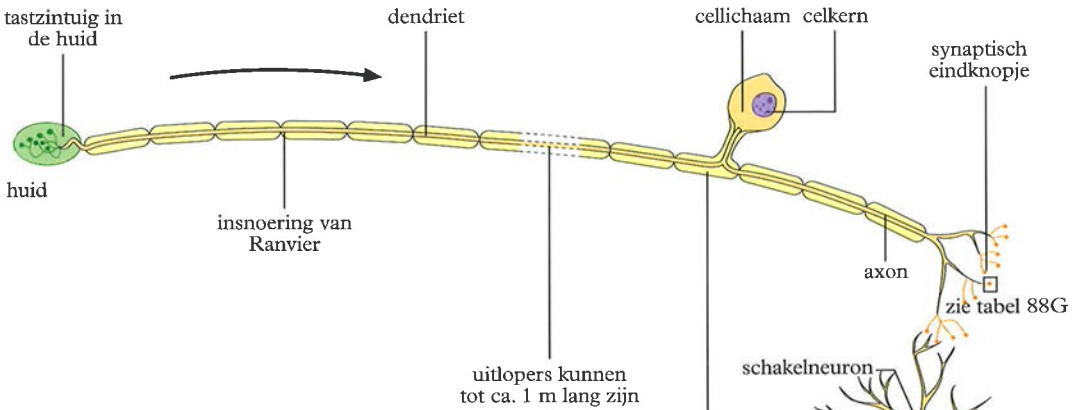
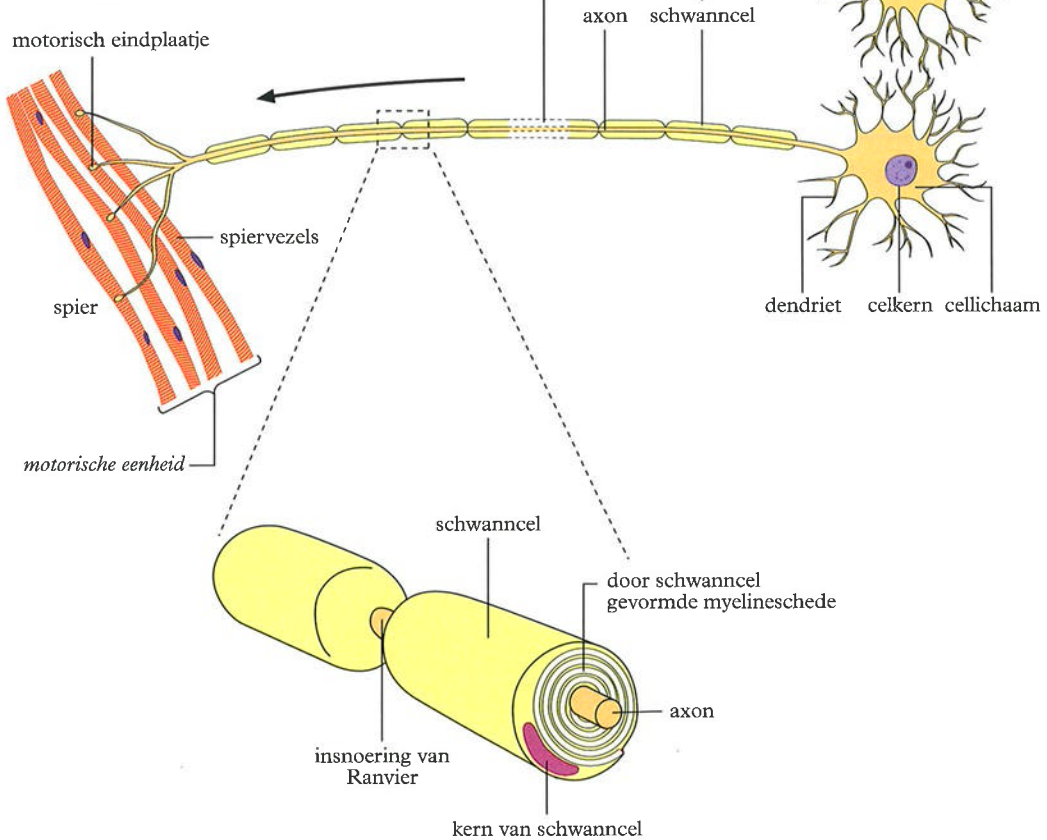


Beeldverwerking in de hersenen

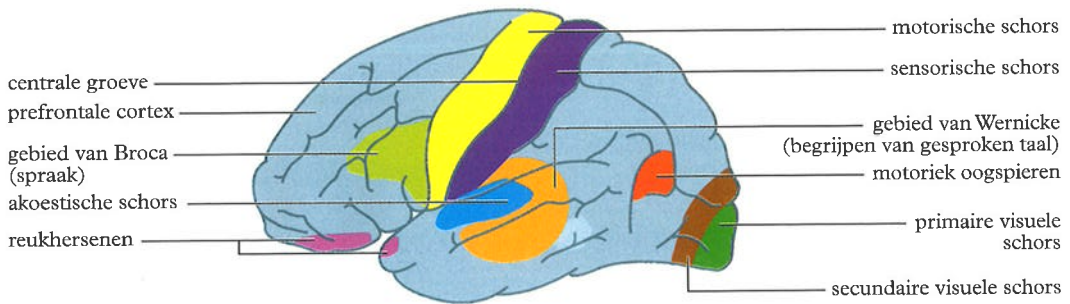


■ Brekingsindices in het oog (mens): zie tabel 18.

■ Fysische eigenschappen van het oog (mens): zie tabel 27A.

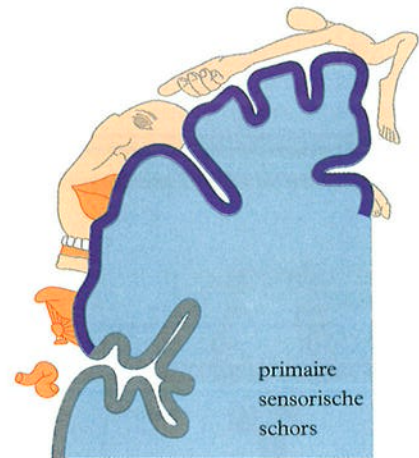
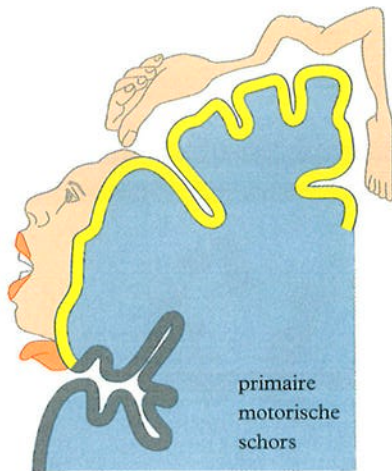
sensorische zenuwcel*motorische zenuwcel*

■ → Geeft richting actiepotential aan.



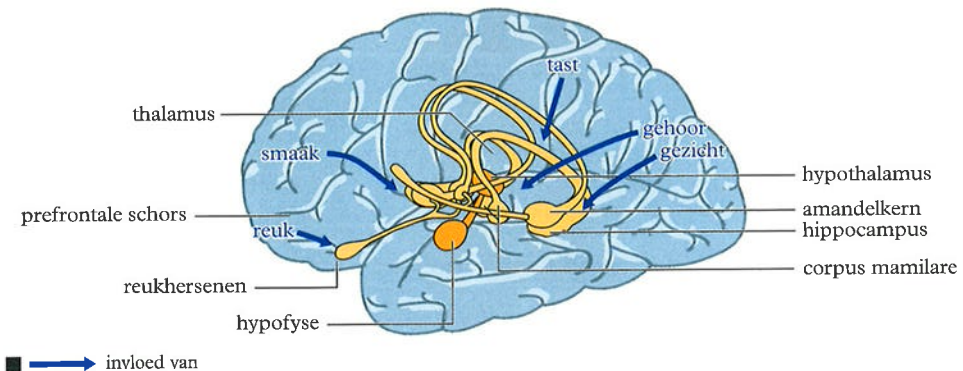
Projectie van lichaamsfuncties op een dwarsdoorsnede langs de centrale groeve

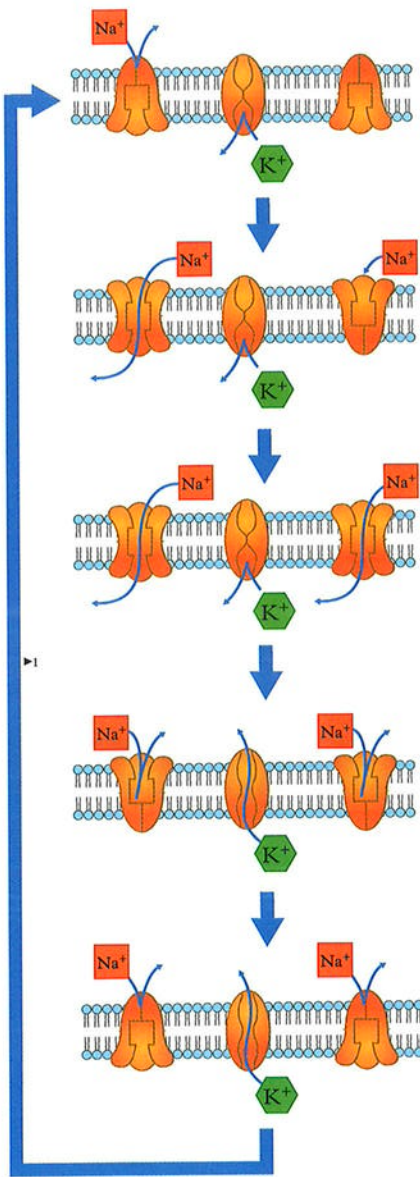
3



Limbisch systeem en invloed zintuiggebieden

4





① rustfase:

Na^+ - en K^+ -poorten gesloten

② drempelwaarde:

stimulus doet Na^+ -poorten openen $\rightarrow$ depolarisatie (K^+ -poorten dicht)

③ depolarisatie:

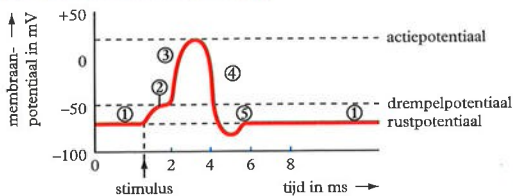
door stimulering openen extra Na^+ -poorten (K^+ -poorten blijven dicht) $\rightarrow$ Na^+ naar binnen

④ repolarisatie:

Na^+ -poorten dicht K^+ -poorten gaan open $\rightarrow$ K^+ kan naar buiten

⑤ hyperpolarisatie

K^+ -poorten sluiten (te) langzaam $\rightarrow$ extra K^+ naar buiten Na^+ -poorten dicht

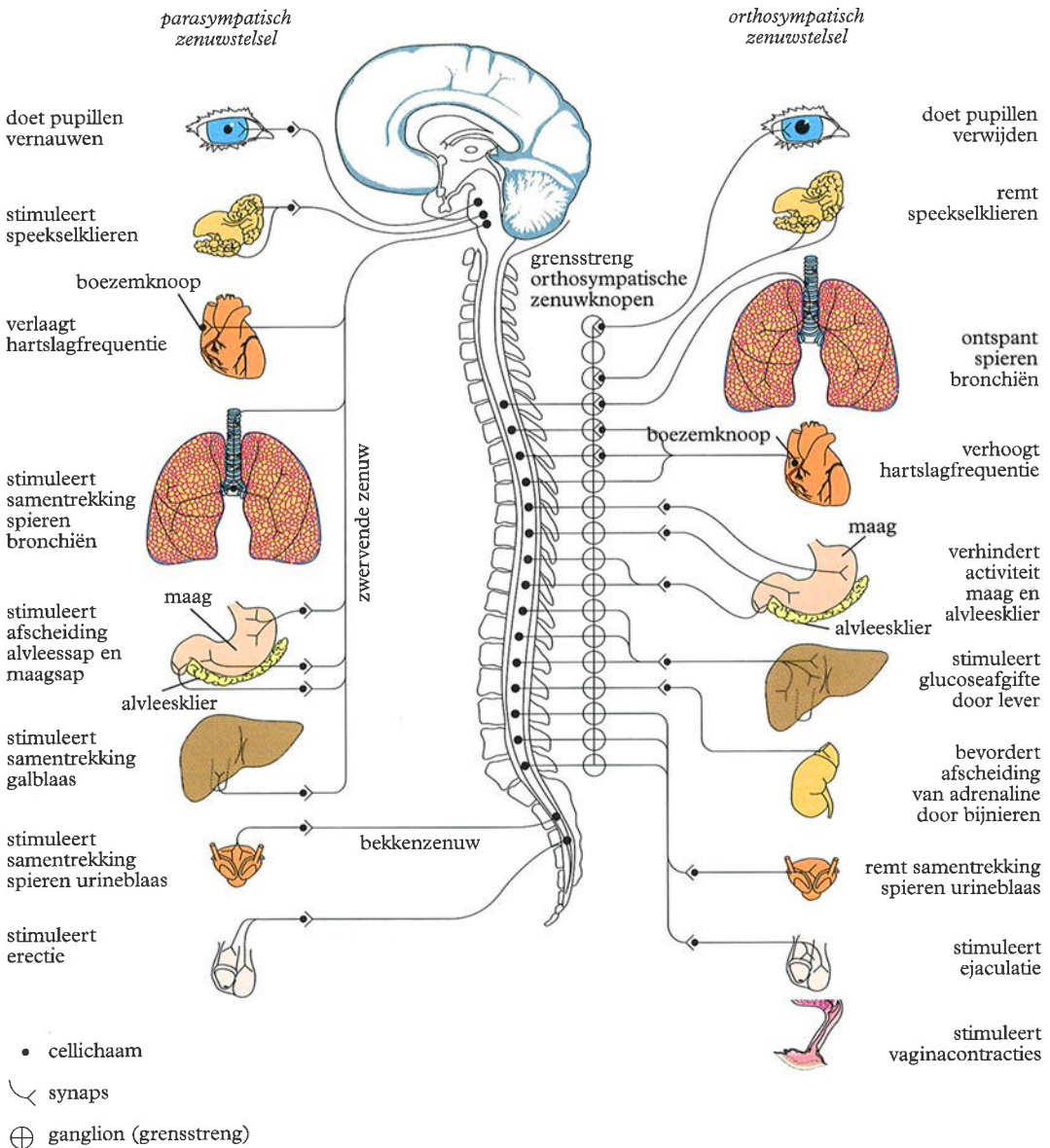


■ Omdat de actiepotentiaal hoofdzakelijk negatief is, is bij 3 en 4 de situatie negatief (binnen) getekend.

1 ► Bij langere rustfase worden de geringe hoeveelheden K^+ - en Na^+ -ionen door de K^+ - Na^+ -pomp teruggebracht: zie tabel 88E.

<i>neurotransmitter met receptor(en)</i>	<i>voorkomen in het zenuwstelsel</i>	<i>opmerkingen</i>
glycine GlyR	buikzijde van het ruggenmerg	post-synaptisch membraan meer permeabel voor Cl ⁻ -ionen – antagonist: o.a. cafeïne en strychnine
asparaginezuur	buikzijde van het ruggenmerg	opent Na ⁺ - en Ca ²⁺ -ionkanaaltjes
glutaminezuur AMPA NMDA-glutamaat	prefrontale cortex, hippocampus en amygdala	meest algemene excitatoire neurotransmitter – opname van Ca ²⁺ bevordert plasticiteit hersenen
gamma-aminoboterzuur GABA _A GABA _B	in alle hersendelen	belangrijkste inhibitor – post-synaptisch membraan meer permeabel voor Cl ⁻ -ionen – alcohol, barbituraten en benzodiazepinen versterken het GABA-effect
acetylcholine muscalinerge (ACh _M) nicotinerge (ACh _N) nicotinerge (ACh _{Nm})	parasympatische eindsynapsen; limbisch systeem (ACh _M) neuronen met basis in voorste hersenen met projecties naar o.a. hersenschors, hippocampus en amygdala; ortho- en parasympatische ganglia (ACh _N) motorische eindplaten van skeletspieren (ACh _{Nm})	agonisten: zenuwgassen (b.v. sarin), acetylcholinesteraseremmers (veroorzaken in eerste instantie blijvende prikkeling, uiteindelijk depolariserende spierslapt) muscarine (ACh _M), nicotine (ACh _N , ACh _{Nm}) – antagonist: atropine, scopolamine, spierverslappers – botulinetoxine remt afgifte van ACh – afsterven cholinerge neuron – alzheimerverschijnselen
dopamine DRD ₁₋₅	basis in de middenhersenen, projectie naar de basale ganglia – wijd verspreid in de hersenen	o.a. ecstasy en (met)amfetamine stimuleren de afgifte van dopamine en remmen heropname, cocaïne remt alleen heropname – afsterven dopaminerge zenuwen – parkinsonverschijnselen
serotonine 5HT ₁₋₇ (5-hydroxy-tryptaminereceptoren)	centrale deel hersenstam (2%) bloed (8%) neuronen in het darmkanaal (90%)	mescaline werkt in op de receptoren – LSD bindt aan receptoren, met cascade van reacties – hallucinaties
adrenaline (epinefrine) noradrenaline (norepinefrine) α_1 , α_2 en $\beta_{(1,2 \text{ en } 3)}$	orthosympaticus (α_1 , α_2) bovenste deel hersenstam, projecties naar alle hersengebieden ($\beta_{(1,2 \text{ en } 3)}$)	contractie gladde spieren (α_1) contractie gladde spieren, inhibitie afgifte neurotransmitter (α_2), contractie hartspier, relaxatie gladde spieren, glycogenolyse ($\beta_{(1,2 \text{ en } 3)}$) antagonisten: diverse α - en β -blokkers – cocaïne blokkeert de adrenalinepoorten – o.a. ecstasy en (met)amfetamine stimuleren de afgifte van noradrenaline (ook van dopamine en serotonine) en remmen heropname (laatste geldt ook voor cocaïne)
opioïde peptiden (endorfinen, enkefalinen, dynorfinen) opioïde receptoren	sensorische, limbische en hypothalamische gebieden in de hersenen, grote aantallen in de amygdala en het periductale grijze gebied	remmen de Ca ²⁺ -poorten en verminderen de gevoeligheid voor neurotransmitters – opiaten kunnen de receptoren bezetten – co-transmitters die de afgifte van o.a. glutamaat van dezelfde synaps moduleren – doorgaans inhibitor
cannabioïden anandamide 2-arachidonoylglycerol CB1, CB2 histamine H ₁₋₄	voedingscentrum hypothalamus, bewegingscoördinatiegebieden, verspreid door grote en kleine hersenen achterste deel hypothalamus en delen limbisch systeem	op presynaptisch membraan het remmen van afgifte glutamaat en ACh – versterken afgifte dopamine – reguleren stemmingen – cannabis bezet de receptoren (o.a. THC) receptoren in grote aantallen aan mestcellen – inductie allergische reacties – regeling slaapprocessen m.n. waakzaamheid

invloeden en innervatie van ortho- en parasympatisch zenuwstelsel op organen



herkomst	naam van het hormoon	voornaamste werking
• placenta	humaan choriongonadotropine ¹ (HCG)	werking als van luteïniserend hormoon: voornamelijk handhaving werking corpus luteum
	diverse steroidhormonen, onder andere progesteron ²	stimulatie slijmvlies baarmoederwand – remming secretie LH en FSH
• nieren	erytropoëetine ¹ (EPO)	stimulatie productie rode bloedcellen
	renine ¹	stimulatie productie aldosteron via angiotensine I & II
• maag	gastrine ¹	stimulatie maagsapproductie – versterking maagmotoriek
• twaalfvingerige darm	secretine ¹	stimulatie afgifte HCO_3^- door alvleesklier – remming maagmotoriek
	cholecystokinine ¹	stimulatie afgifte enzymen door alvleesklier – regeling motoriek galblaas – remming maagmotoriek
• bijnierschors	hydrocortison (cortisol) ²	omzetting eiwitten in aminozuren – aanzetten gluconeogenese – remming glucosegebruik – verandering vetverdeling – remming ontstekingen – onderdrukking afweersysteem – remming secretie ACTH
	aldosteron ²	retentie water en zouten – uitscheiding K^+ zie testes
	diverse, voornamelijk mannelijke, geslachtshormonen ²	
• bijniermerg (neurohormonen)	adrenaline/noradrenaline ⁴	effecten als van orthosympatisch zenuwstelsel: regeling bloedstroom – verhoging hartslag- frequentie – verhoging bloeddruk – verwijding bronchi – afgifte glucose aan bloed door lever – stimuleert gluconeogenese, glycogenolyse en lipolyse

■ Structuurformules van de hormonen: zie tabel 67K.

1 ► peptidehormonen (eiwitten)

2 ► steroidhormonen

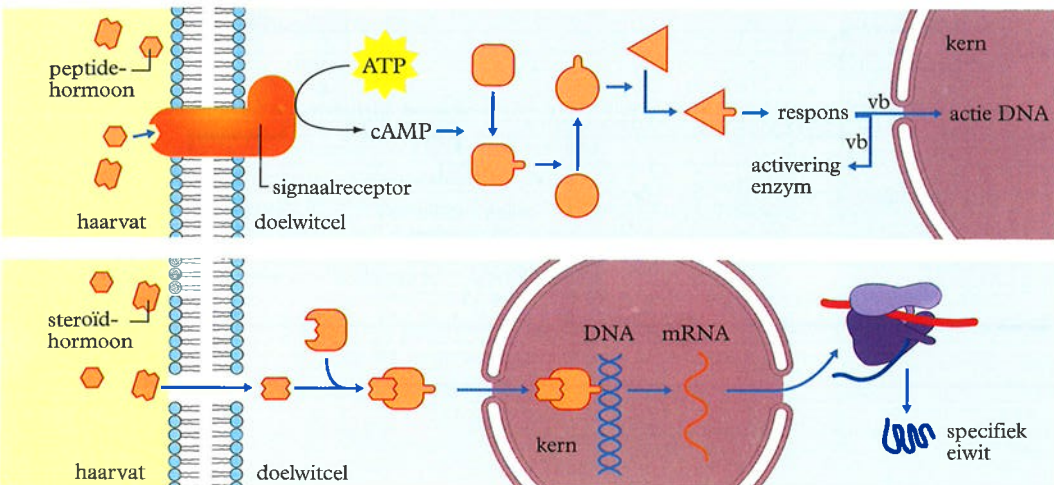
3 ► thyroninen

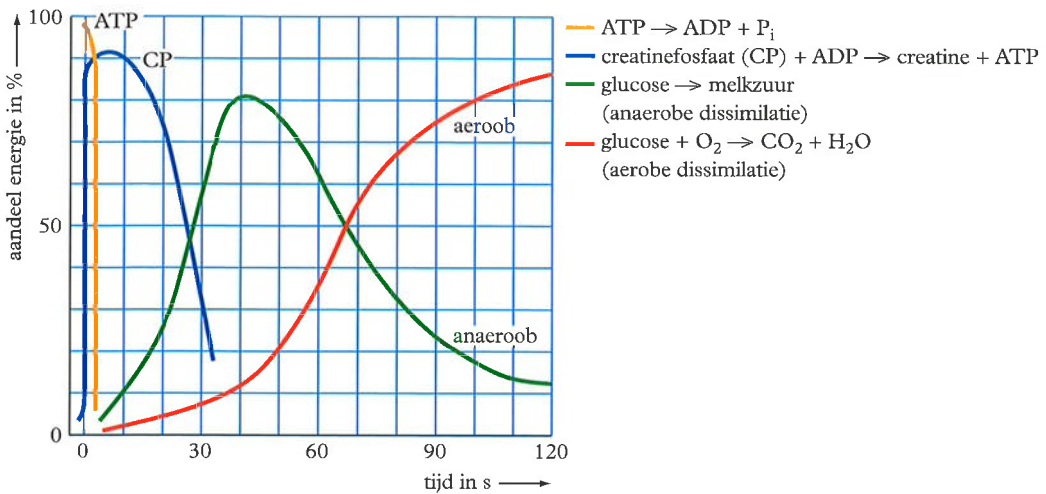
4 ► catecholaminen

} derivaten van tyrosine

Werkingsmechanismen van hormonen in cellen

B





■ Dissimilatie: zie tabel 68.

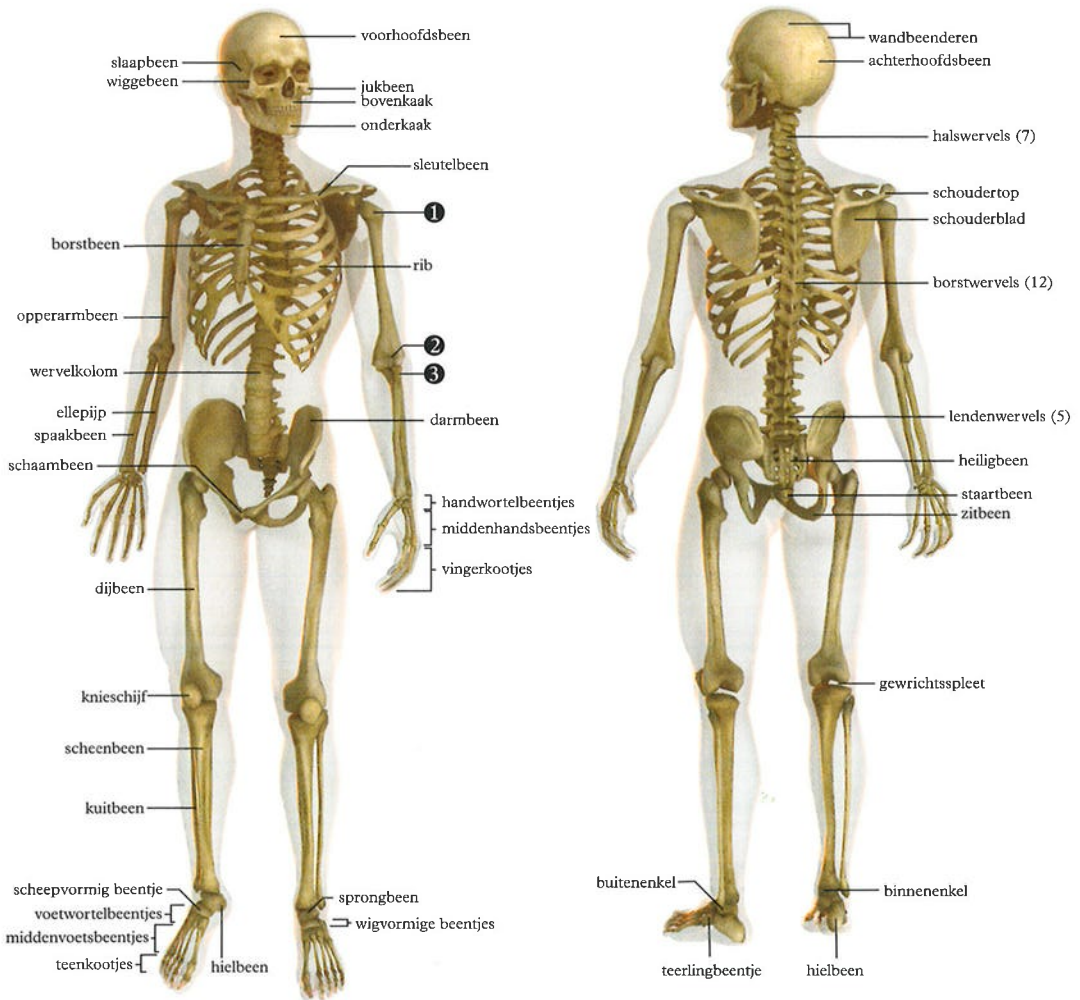
■ Op langere termijn wordt glycogeen omgezet in glucose.

■ De hoeveelheid vetverbranding in dwarsgestreepte spieren is afhankelijk van getraindheid en mate van inspanning.

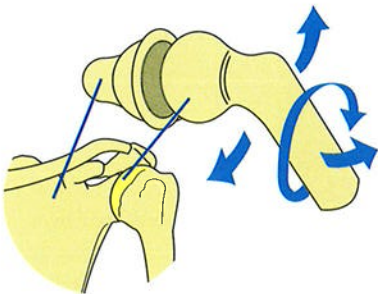
Langzame en snelle spiervezels

B

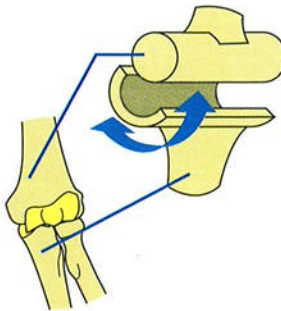
	<i>langzame spiervezels (type I)</i>	<i>snelle spiervezels (type II)</i>
doorbloeding	sterk	gering
myoglobinegehalte	hoog } 'rood'	laag } 'wit'
energievrijmaking, hoofdzakelijk	vetzuren (aeroob), veel enzymen voor de citroenzuurcyclus	glucose (anaeroob/aeroob), veel enzymen voor melkzuurvorming
aantal mitochondriën	veel	weinig
myosine-ATP-aseactiviteit	laag	hoog
Ca ²⁺ -resorberende capaciteit	laag	hoog
hoeveelheid myofibrillen per cel	matige dichtheid	hoge dichtheid
motoreenheden	klein	groot
prikkeldrempel	relatief laag	relatief hoog
innervatie	langzamer geleidende zenuwvezels	snel geleidende zenuwvezels
vermoeibaarheid	nauwelijks	snel
functie voor het lichaam	houding	bewegingen
voorraad glycogeen	veel	weinig



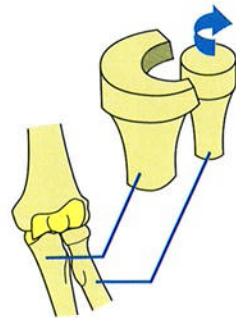
① kogelgewricht



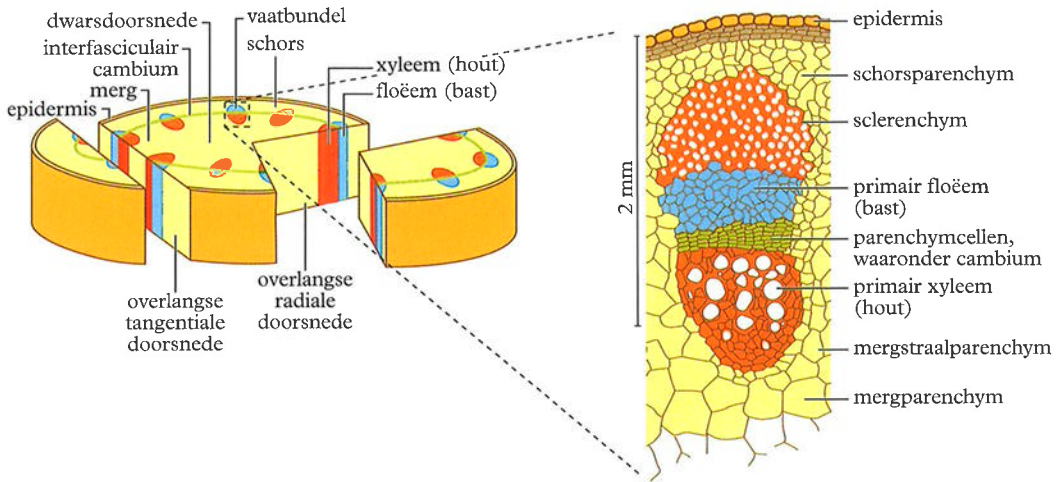
② scharniergewricht



③ rolgewricht

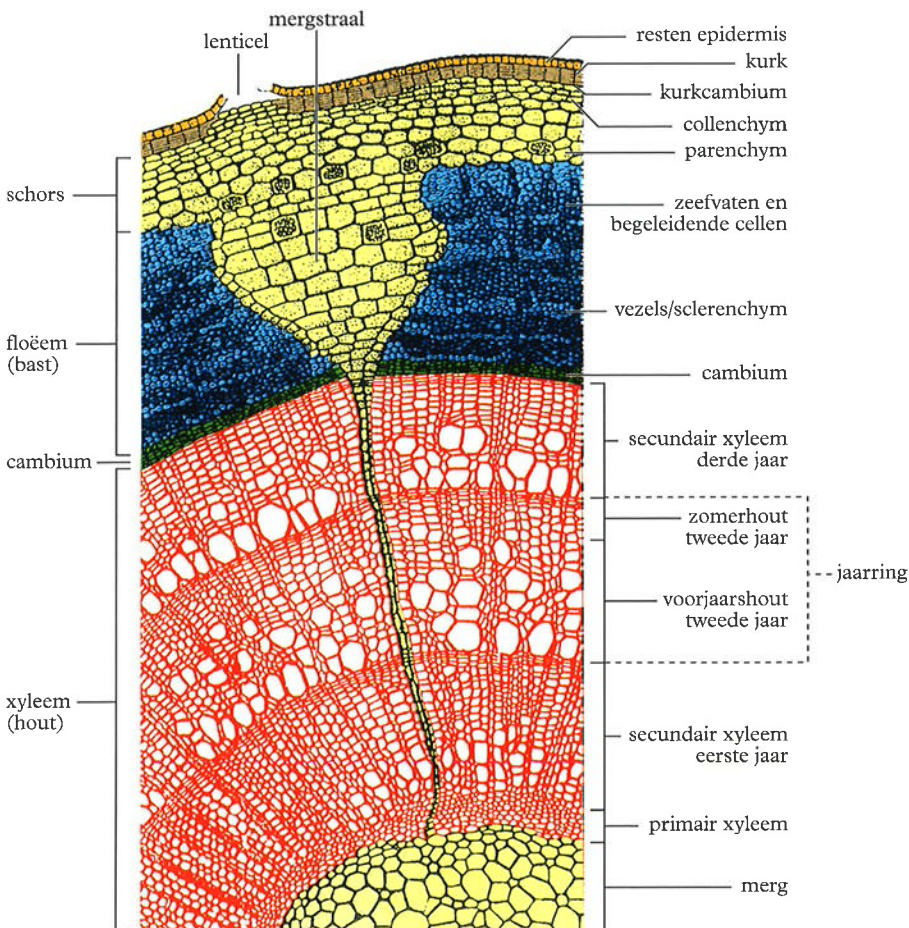


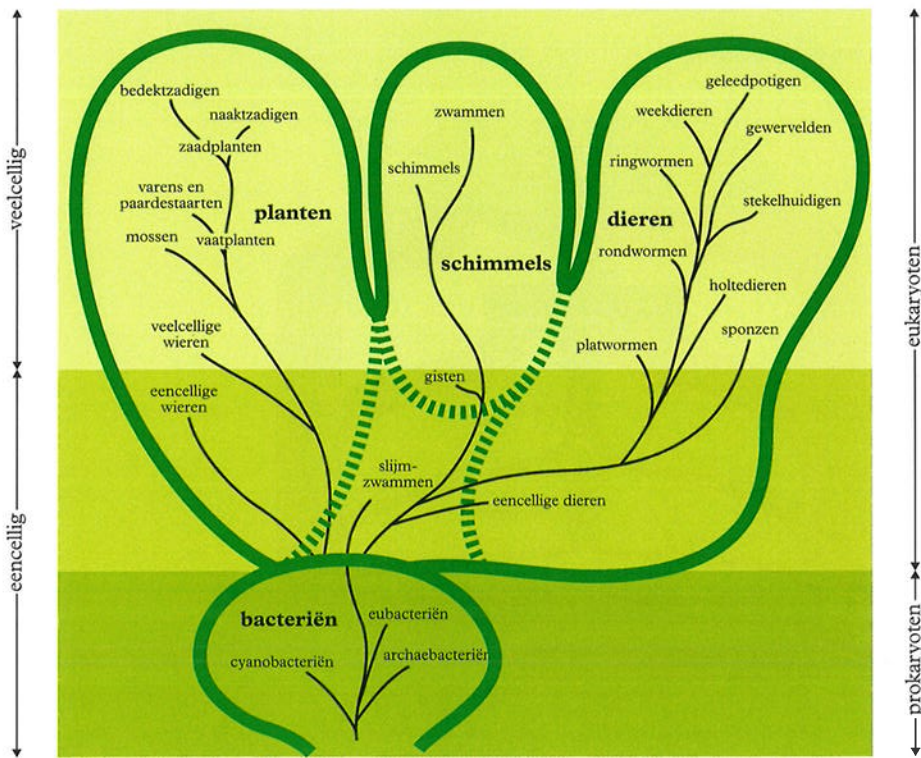
Ruimtelijk schema van een stengel met detail van een vaatbundel, dwarsdoorsnede



Dwarsdoorsnede driejarige lindetak

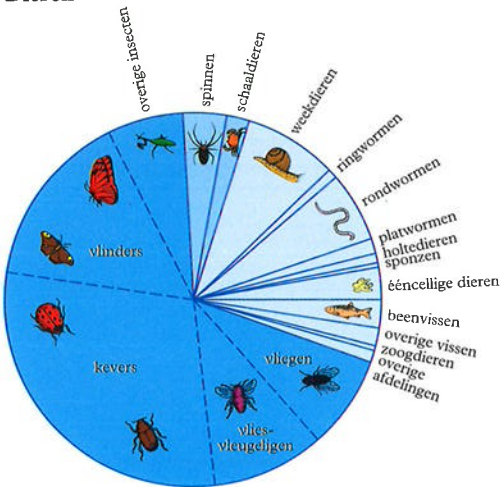
2





■ De vier rijken: zie tabel 78.

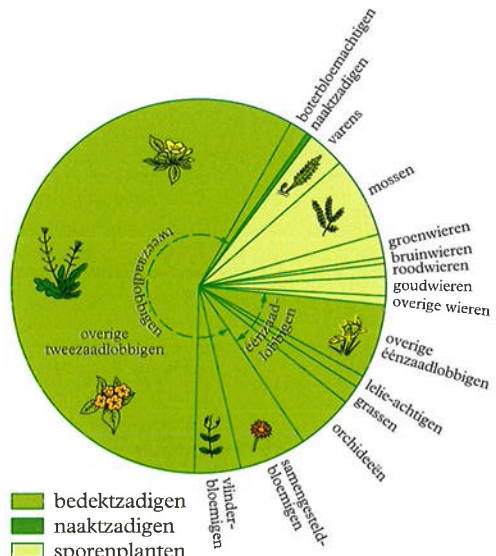
Dieren



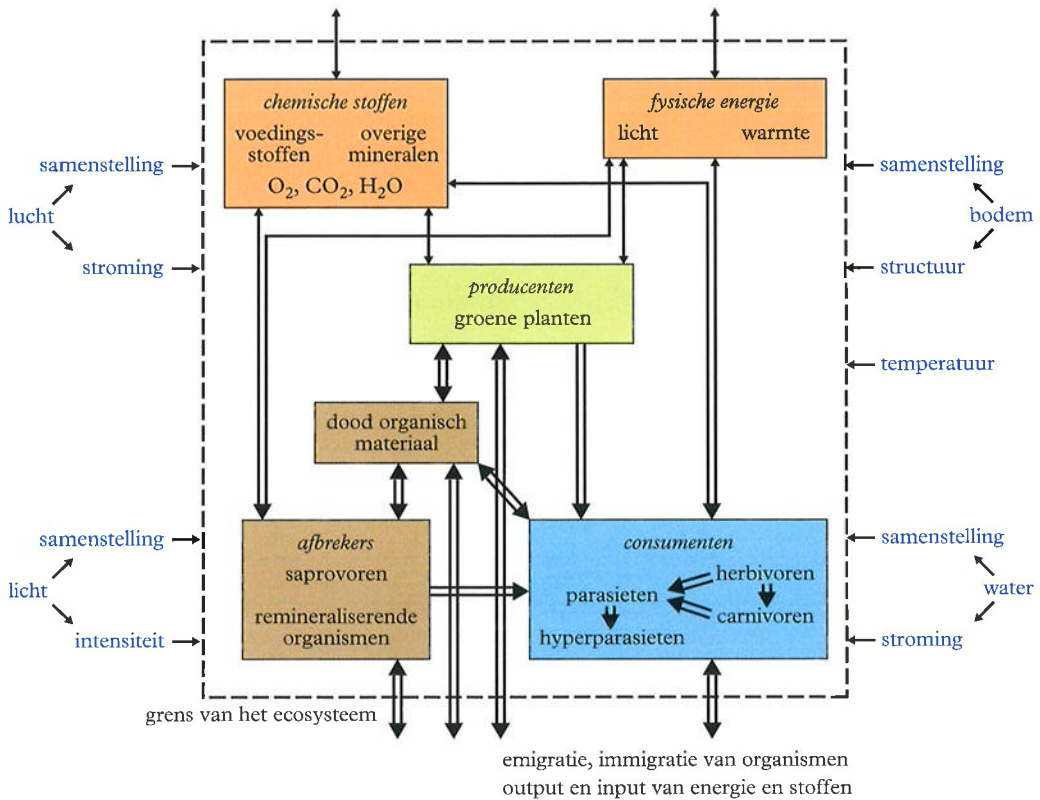
insecten
overige geleedpotigen

1° ~ ca. 4000 soorten

Planten

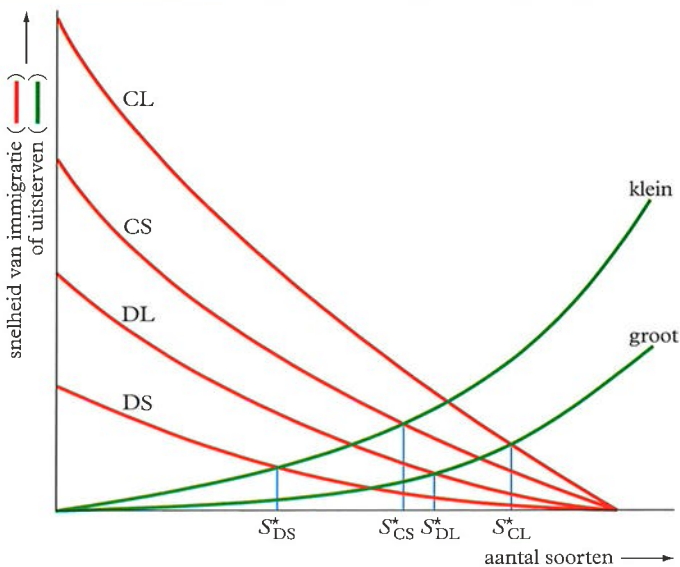


bedektzadigen
naaktzadigen
sporenplanten
1° ~ ca. 1000 soorten



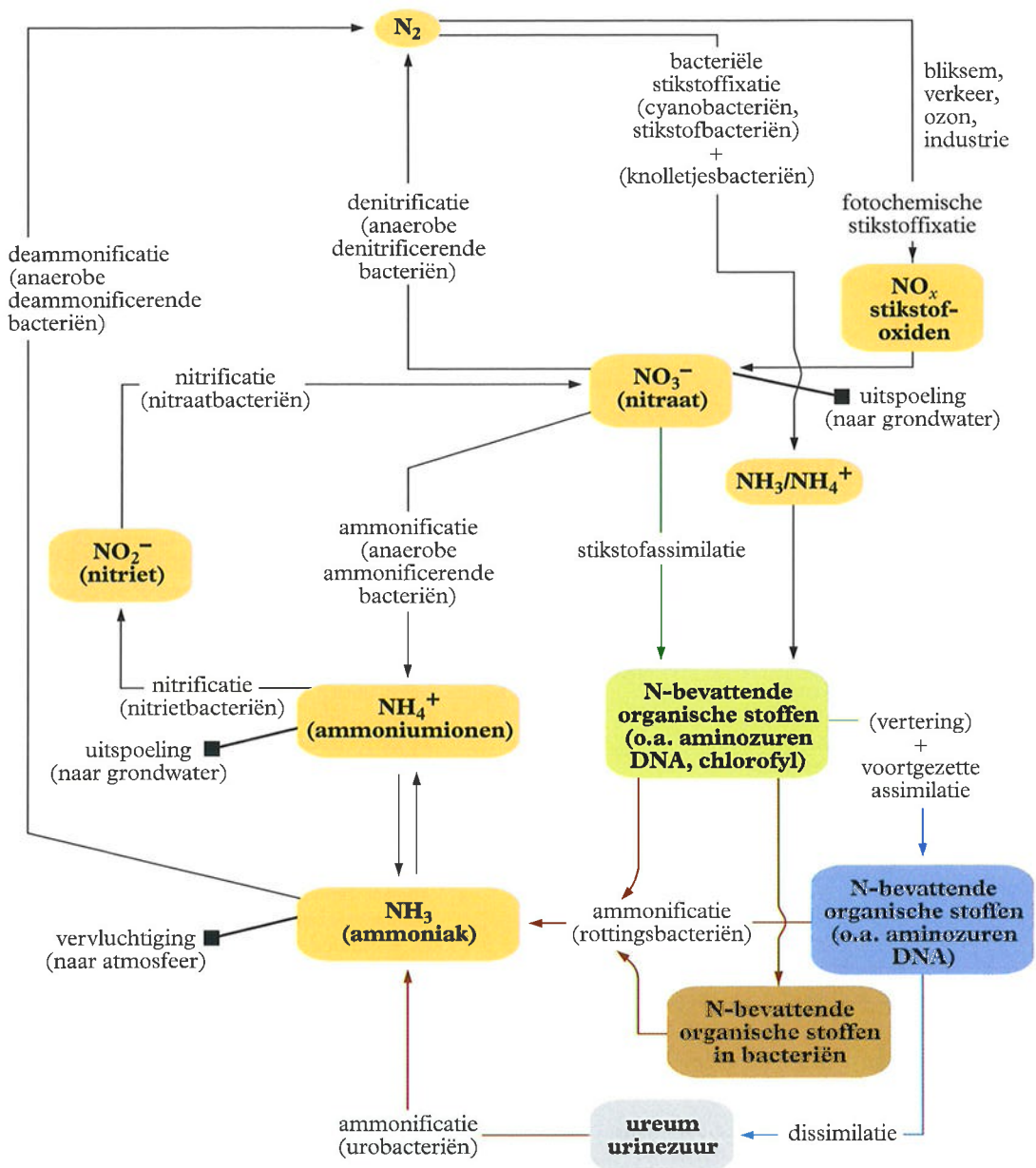
Eilandtheorie van McArthur en Wilson

C

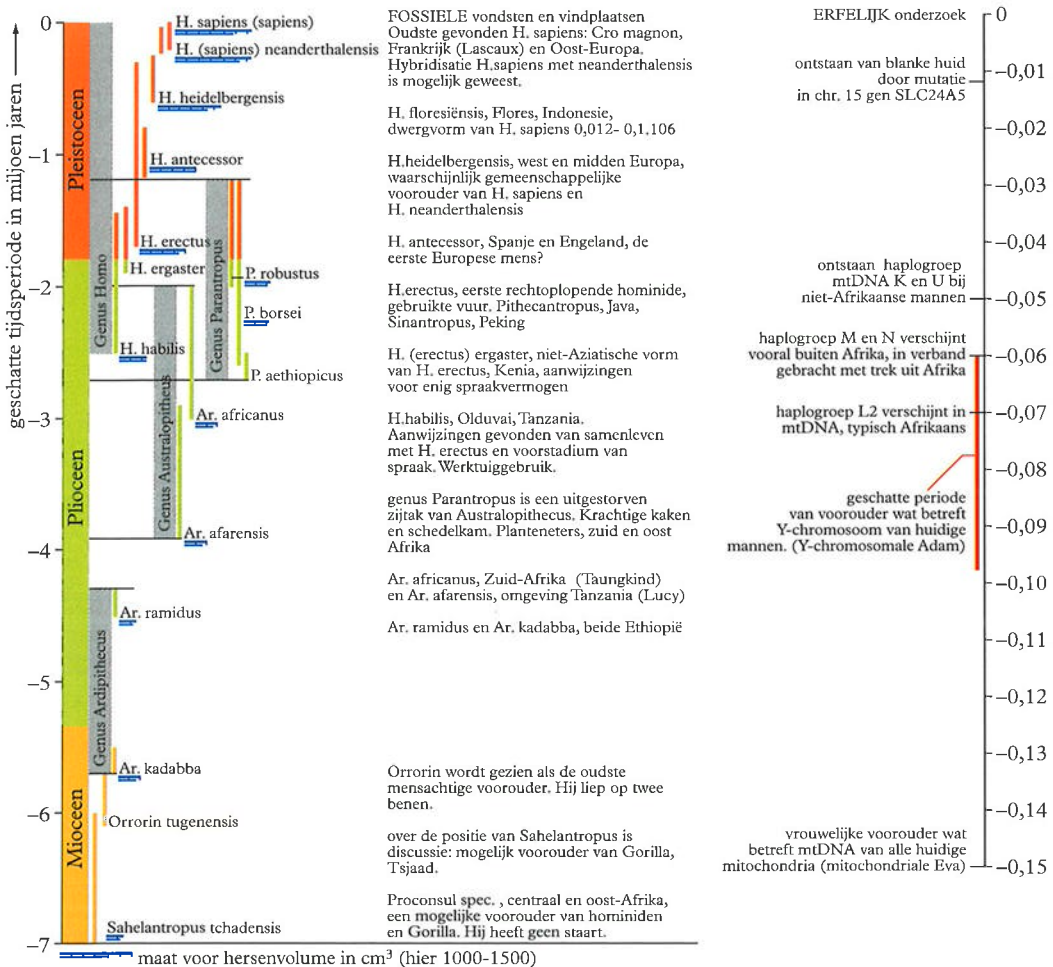


S^* = evenwichtstoestand
 D = ver van vaste land
 C = dichtbij vaste land
 S = klein eiland
 L = groot eiland

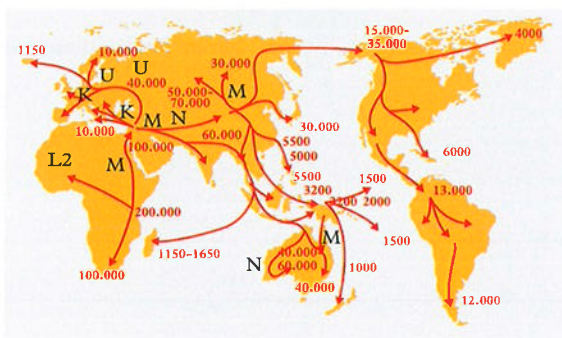
<i>groep/soort</i>	<i>grootte in mm</i>	<i>kenmerken</i>
mycorrhiza	kunnen mycelium vormen van vele m ³	symbiotische schimmels in het wortelstelsel van veel planten
schimmels	variabel	vele soorten, deels met mycelium dat heel uitgebreid kan zijn
bacteriën	microscopisch klein	heel veel soorten
nematoden / aaltjes	1 - 5 mm	komen in bovenste bodemlaag van ± 20 cm massaal voor
mijt 1, 2, 3	0,2 - 4 mm	heel veel soorten
protozoa	microscopisch klein	heel veel soorten
potworm	2 - 40 mm	kleur wit-witgeel – leven in grote aantallen in bovenste 10 cm van de bodem, mits grond gezond en vochtig is tot 2 m diep in de grond
springstaart	≤ 5 mm	veel soorten - in Nederlandse bossen is de meest bekende de oproller (7 mm) – sommige soorten zijn 2 - 3 mm – voedsel is meestal boomschors en rottend plantmateriaal
miljoenpoot	7 - 20 mm	
mestkever	≤ 25 mm	leeft deels bovengronds – legt eieren ondergronds, waarin ook de larven en de poppen leven – volwassen kever leeft tot het voorjaar ondergronds
regenworm	≤ 300 mm	nuttig door graafwerk, vooral in de bovenste 30 cm
pissebed	± 20 mm	leeft veel bovengronds, maar is ook in de bovenste bodemlaag actief – eet vooral plantenresten, soms ook plantenwortels
boekschorpioen	2 - 8 mm	vaak onder dood hout – 23 soorten in Nederland
loopkever	0,5 - 100 mm	de meeste soorten zijn kleiner dan 20 mm – eitjes worden vaak in de grond gelegd – larven en poppen leven ook vaak ondergronds
duizendpoot	≤ 265 mm	één paar poten per segment – leeft vooral van dierlijk voedsel
mol	110 - 160 mm	nuttige graver die alles eet wat hij in zijn gangen (5 cm breed en tot 200 meter lang, tot 120 cm diep) tegenkomt – geen ondergrondse vijanden



■ Bij knolletjesbacteriën komt een deel van de NH_3 ten goede aan de gastheerplant.



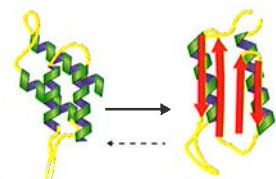
- Een Latijnse naam tussen haakjes betekent discussie over soort of ondersoort.
- De 'Out of Africa'-hypothese is voor een groot deel gebaseerd op de haplotypen van het Y-chromosoom en mtDNA. (haplotype = een serie allelen op opeenvolgende loci op een enkel chromosoom). Naast mtDNA en het Y-chromosoom spelen 'repeats' in het gen INS VNTR een rol. In Afrikaanse populaties komen daarvan 22 varianten voor, in niet-Afrikaanse slechts 3.



Verspreiding van Homo sapiens passend bij de 'Out of Africa' hypothese. De getallen geven het aantal jaren geleden (van 200.000-50.000) aan en zijn gebaseerd op de paleontologische en archeologische gegevens en genetische studies. De letters corresponderen met de hierboven genoemde haplogroepen.

<i>antibioticumgroep</i>	<i>voorbeelden</i>	<i>werking</i>	<i>bijzonderheden</i>
tetracyclinen	tetracycline doxycycline	remmen de eiwitsynthese door binding aan het 30S ribosomale deel	resistentie door actieve uitscheiding middels “pompen” in het bacteriemembraan en blokkering van aanhechtingsplaats ribosoom
sulfonamiden/ trimethoprim		leggen de vorming van foliumzuur stil	resistentie door opname van foliumzuur uit de omgeving
penicillinen/ cefalosporinen	penicilline G amoxicilline	blokken met de β -lactamkern een enzym dat betrokken is bij de vorming van de celwand. Deze wordt doorlaatbaar voor water, waardoor de bacteriecel barst	uitschakeling van o.a. amoxicilline door bacteriële afbraak. Daarom wordt het in combinatie met clavicaanzuur gebruikt, dat competitief het β -lactamase wegvangt.
	oxacilline	remt RNA-polymerase van bacteriën	penicilline resistent
macroliden	erythromycine	remmen de eiwitsynthese door binding aan het 50S ribosomale deel	resistentie door methylering van adenine aan het 50S ribosoom en door uitpompen via de celmembraan
(fluoro-)quinolonen	gemifloxacin moxifloxacin	verhinderen bacteriële transcriptie en translatie	resistentie door uitpompen via celmembraan en door blokkering aangrijpingspunt van quinolonen
aminoglycosiden	gentamicine tobramycine streptomycine	remmen de eiwitsynthese door binding aan het 30S ribosomale deel	synergistisch met β -lactam – geen orale toediening – resistentie door actieve uitscheiding middels “pompen” in het bacteriemembraan en blokkering van aanhechtingsplaats ribosoom
nitro-imidazolen	metronidazol	produceren superoxideradicalen die het DNA vernietigen	specifiek tegen anaerobe bacteriën
glycopeptiden	vancomycine	verhindert vorming van dwarsverbindingen van celwandmoleculen	wordt vooral gebruikt als laatste redmiddel bij MRSA-infectie – resistentie door wijziging aangrijpingspeptide door de bacterie

<i>prion en bron</i>	<i>voorkomend bij</i>	<i>mogelijk effect aanwezigheid</i>
HET-s prionmutant van normaal HET-S gen	Podospira anserina (een schimmel)	kolonie met s-mutant selectieve sporendoding van S-mutant bij seksuele voortplanting, gevoeliger voor infectie met mitochondriaal verouderingsplasmide
URE3 prionmutant van ure2p gen	Saccharomyces cerevisiae (een gist)	groeit mogelijk op N-arme bron
ISP+ prionmutant van sfp1	Saccharomyces cerevisiae	antisuppressor van bepaalde Sup35 genen (translatie-einde factoren)
PrP ^{PR} , ook wel CD230	mens	Creutzfeld-Jakob, kuru en fatale familiale insomnie
Prionisoform van PrP ^C		
PrP ^{PR} variant	koe, overdraagbaar op mens	BSE (gekke koeienziekte)
PrP ^{PR} variant	schaap	scrapie
PrP ^{PR} variant	o.a. hert, rendier	chronic wasting disease



normaal eiwit met 4 α -helixen
prioneiwit met 2 α -helixen en 4 β -platen

	ADI	bijzonderheden
• conserveermiddelen		
benzoëzuur	5	benzeencarbonzuur en zijn Ca-, K- en Na-zouten, ook aromastof, E210
formaldehyde	0,15	2 mg per kg verpakte eet- en drinkwaren; methanal, E240
mierenzuur	3	methaanzuur en zijn Ca- en Na-zouten, ook vergasser, E236
sorbinezuur	25	<i>trans</i> , <i>trans</i> -hexa-2,4-dieenzuur en zijn Ca-, K- en Na-zouten, E200
sulfiet	0,7	berekend als SO ₂ ; bijv. als SO ₂ , Na ₂ SO ₃ , NaHSO ₃ , E221-228
wijsteenzuur	30	2,3-dihydroxybutaandizuur en de Ca-, K- en Na-zouten hiervan, ook zuurteregelaar, E334
• kleurstoffen		
aluminium	0,6	Al en zijn verbindingen, hier berekend als Al; ook hechtstoffen, E173
amarant	0,5	C ₂₀ H ₁₁ N ₂ Na ₃ O ₁₀ S ₃ , rood, E123
briljantblauw FCF	10-12,5	C ₃₇ H ₃₄ N ₂ Na ₃ O ₉ S ₃ , E133
briljantgroen BS	5	C ₂₇ H ₂₅ N ₂ NaO ₇ S ₃ , E142
chinolinegeel	10	C ₁₈ H ₉ NNa ₂ O ₈ S ₂ , E104
chocoladebruin HT	1,5	C ₂₇ H ₁₈ N ₄ Na ₂ O ₉ S ₂ , E155
riboflavine	0,5	vitamine B ₂ , geel, E101
ijzeroxiden	0,5	E172
• oplosmiddelen		
aceton		5 mg per kg voedsel
butaan-1,3-diol	4	dragerstof
ethylacetaat	6-25	ook aromastof
propaan-2-ol	1,5	
triethylcitraat	20	C ₁₂ H ₂₀ O ₇ , dragerstof
• diversen		
adipinezuur	5	hexaandizuur en zijn K-, Na- en NH ₄ -zouten, zuurteregelaar, E355
alginaten	25	verdikkingsmiddel, E400-405
ammoniumfosfatiden	30	emulgator, E442
L-ascorbinezuur- vetzuuresters	1,25	antioxidanten
chloor (Cl ₂)		2,5 g per kg cakemeel, 'meelverbeteraar', bleekmiddel
chloordioxide		30 ppm van het meel, 'meelverbeteraar', bleekmiddel
dichloordifluor- methaan	1,5	vriesvloeistof, drijfgas
kaliumbromaat		75 ppm van het meel, 'meelverbeteraar', E924
stearylcitraat	50	citroenzuur dat gedeeltelijk veresterd is met in hoofdzaak stearyl- maar ook met palmitylgroepen, emulgator
tinchloride	2	tin(II)chloridedihydraat, verdikkingsmiddel, antioxidant
α-tocoferol	2	vitamine E, antioxidant, E307
wonderolie	0,7	ricinusolie, 'castorolie', los-, smeer- en glijmiddel
• zoetstoffen - niet energieleverend ^{2,3}		
acesulfaam-k	9	E950
aspartaam	40	E951
cyclamaat	11	E952
sacharine	2,5	E954

1 ¹ ontleend aan *Het additievenboekje*, SDU uitgeverij, 1988 en aan *E = Eetbaar*, 4e druk, door dr. J. Kamsteeg, Gottmer Uitgeverijgroep, 2001

2 ² Daar waar ADI de aanvaarde dagelijkse inname aangeeft, geeft LD50 (median Lethal Dose for 50% of subjects) aan hoeveel stof bij 50% van een populatie tot de dood leidt. LD50 is een maat voor de acute giftigheid en zegt niets over de lange-termijn-toxiciteit van de stof, omdat de stof in één keer wordt toegediend. Verder is LD50 verschillend voor ieder organisme. De LD50 wordt vaak bepaald voor orale (via de mond) en dermale (via de huid) toedieningswegen. Oraal geldt voor arseen: LD50_{rat} = 763 mg kg⁻¹. Oraal geldt voor cadmium: LD50_{rat} = 2330 mg kg⁻¹ en LD50_{muus} = 890 mg kg⁻¹.

3 ³ ontleend aan de informatiebrochure van Voorlichtingsbureau voor de Voeding, 1997

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		IX
								<i>inademen</i>	<i>inslikken</i>	<i>huid/ogen</i>
benzoylperoxide	■	5		■	■	■	explosiegevaar			Explosief bij sterke verhitting.
blauwzuur [waterstofcyanide]	■	1		■	■	■	zeer vergiftig	B – A/Z		K – Z
bleekwater, bleekpoeder	zie hypochlorieten									
boor en boorverbindingen	■			■	■				Sp – W – Br – Z	K – A
broom	■		0,2	■	■	■	gevaarlijke dampen	HZ – Z	Sp – W – G Br – Z	K – D
butaan-1-ol	■	310	310	■	■	■	gevaarlijke dampen	HZ	Br – A/Z	K – D – A
calcium	■			■	■	■	brandgevaarlijk		W – A	K – A
calciumoxide	■	1	4	■	■			HZ – A	W – Z	K – A
carbide [calciumacetylde]	■			■	■	■	explosiegevaar		Sp – W – Z	K – A
										Branden blussen met zand; met water ontstaat acetyleen [ethyn].
chloor	■		1,5	■	■	■	zeer vergiftig	HZ – A		K – A
										Explosief met waterstof, acetyleen of ammoniak.
chloorazijnzuur [chloorethaanzuur]	■			■	■	■				
chloorbenzeen	■	23		■	■	■		B	Melk – Br – Z	K
chloorzuur	■			■	■					
chloroform [trichloormethaan]	■	5		■	■	■	gevaarlijke dampen	A	Sp – G Br – A/Z	K – D
chromtri-oxide (chrom(VI)oxide), chromaten en dichromaten	■	0,025	0,05	■	■	■	bijtend	HZ – A	W – Z	K – A
										Bij veel reacties kans op brand of explosie.
cyaniden	■	1	5	■	■		zeer vergiftig			
cyclohexeen	■	1015		■	■	■	gevaarlijke dampen	B	G Br – Z	K
diamminezilverionen-, oplossing	■	.		■	■	■	explosiegevaar			Explosief na enige tijd staan; <i>niet bewaren</i> .
dikalciumcarbonaat (kalciumcarbonaat)	zie dinatriumcarbonaat (natriumcarbonaat)									
dinatriumcarbonaat (natriumcarbonaat)	■			■	■				W – G Br	A
esters van lagere alcoholen en lagere zuren	■			■	■	■				
ethanol (ethylalcohol; alcohol)	■	260		■	■	■	verslavingsgevaar	A	Br – A/Z	K – D
										Vaak gemengd met het zeer giftige methanol (methylalcohol).
ether [ethoxyethaan]	■	308	616	■	■	■	explosiegevaar	B	G Br – B – Z	K – D
										Verdampst gemakkelijk; damp met zuurstof explosief; vloeistof na lang staan explosief.
ethylacetaat [ethylethanoaat]	■	550	1100	■	■	■		B	Sp – W – Br – Z	K
fenol [benzenol]	■	8		■	■	■	bijtend	HZ – Z	Sp – G Br – Z	K – Z/A
										Niet met blote handen aanraken.
fluor	■		0,5	■	■	■	zeer vergiftig	Z		K – D/Z
										Reageert heftig met vele stoffen o.a. waterstof.
fluoriden (oplosbare)	■		3,5	■	■			HZ – A	Melk – G Br – Z	K – A
formaldehyde [methanal], formaline	■	0,15	0,5	■	■	■	bijtend	HZ – B – Z	W – Sp – Z	K – D – A
fosfor (rood)				■	■					
fosfor (wit)	■	0,1		■	■	■	uiterst brandbaar	HZ – Z	Sp – W – Br – A/Z	K – D – A
										Kan spontaan aan de lucht ontbranden; onder water bewaren.
fosforhalogeniden	■	1		■	■	■	bijtend	HZ – Z	Z	K – D
										Reageren heftig met water en vele andere stoffen.
fosforpentoxide [difosforpentaoxide]	■	1		■	■		bijtend	HZ – A/Z	Sp – Z	K – A
										Reageert heftig met water.
fosforzuur	■	1	2	■	■		bijtend	HZ – A	W – A/Z	K – D – A

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		IX		
								<i>inademen</i>	<i>instlikken</i>	<i>huid/ogen</i>		
ozon	■	0,12	■ ³		■	■	■	vergiftig				
pentanol	■			■	■	■	■	schadelijk	A		K – A	
perchloorzuur	■			■	■	■	■	explosiegevaar	HZ – B – A	Sp – W – Z	K – A	Kan zonder duidelijke oorzaak exploderen.
petroleum	■			■	■	■	■			G Br – A/Z	K	
petroleumether	■			■	■	■	■	explosiegevaar	B	G Br – Z	K	
pikrinezuur [2,4,6-trinitrofenol]	■			■	■	■	■	explosiegevaar		W – A	K – A	Vochtig bewaren; geen metalen spatels gebruiken.
propaan-1-ol	■	500		■	■	■		A		Sp – W – A	K – D	
propionzuur [propaanzuur]	■	31	62	■	■	■	■	bijtend	HZ – A	Sp – W – Z	K – D – A	
salpeterzuur	■		1,3	■	■	■	■	bijtend	HZ – Z	Sp – W – Z	K – D – H	Geconcentreerd salpeterzuur kan papier, hout e.d. doen verkolen; geeft gele vlekken op de huid.
stikstofdioxide	■	0,4		■	■	■	■	gevaarlijke dampen	HZ – Z		K – A/Z	Reageren heftig met brandbare stoffen.
stikstofmono-oxide	■	0,25		■	■	■	■	gevaarlijke dampen	HZ – Z		K – A/Z	Reageren heftig met brandbare stoffen.
sulfiden (oplosbare)	■			■	■	■	■	zeer vergiftig	HZ – A	Sp – W – G Br – Z	K – A	Met zuren ontstaat waterstofsulfide.
terpentine	■	564		■	■	■	■	gevaarlijke dampen		G Br – A/Z	K	
tetra [tetrachloormethaan]	■	3,2	6,4	■	■	■	■	vergiftig	B – A	A/Z	K – D	
tindichloride (tin(II)chloride)	■	2		■	■	■						
tolueen [methylbenzeen]	■	150	384	■	■	■	■	vergiftig	A	Sp – G Br – Z	K – D	
tri [trichlooretheen]	■	54,7	164,1	■	■	■	■		B – Z	Z	K – D – A	Niet bij open vlam gebruiken.
waterstof							■	explosiegevaar				Explosief met zuurstof, chloor of fluor.
waterstofhalogeniden	■	2–10		■	■	■	■	bijtend				
waterstofperoxide	■	1,4		■	■	■	■	explosiegevaar	HZ – A	W – A/Z	K – D – A	Explosief door verhitten, licht of katalysatoren, in donker bewaren.
waterstofsulfide	■	2,3			■	■	■	zeer vergiftig	A/Z			
xylenen [dimethylbenzenen]	■	210	442	■	■	■	■		B	W – G Br – Z	K	
zilvernitraat	■	0,01		■	■	■	■	bijtend	HZ – A	A/Z	K – D	Geeft zwarte vlekken op de huid.
zinkchloride	■	1		■	■	■	■	bijtend	Z		A	
zouzuur	■	8	15	■	■	■	■	bijtend	HZ – B – Z	Sp – W – Z	K – A	
zwavel	■			■	■	■	■	brandgevaar	A		A	
zwaveldioxide	■	1,3	2,6		■	■	■	zeer vergiftig	HZ – Z		K – D – A	
zwavelzuur	■	0,05		■	■	■	■	bijtend	HZ – B – Z	Z	K – D – A	Zwavelzuur kan huid, kleren e.d. doen verkolen; altijd geconcentreerd zwavelzuur voorzichtig in water gieten, niet omgekeerd.

1 ► TGG is tijdgewogen gemiddelde. Laat een kortdurende overschrijding toe mits deze gedurende de rest van de werkdag gecompenseerd wordt.

2 ► Biologische grenswaarde in mg/100 mL bloed

3 ► TGG 1 uur

gevaarpictogram
GHS-nr.
soort gevaar

klasse
subklasse 1.1-1.6
categorie 1-3
type A-G

opmerking



06 – toxisch;
gezondheid

acute toxiciteit 1-3

van 1: dodelijk tot 3: schadelijk bij inslikken/bij contact met de huid/bij inademing



07 – schadelijk;
gezondheid

acute toxiciteit 4
huidcorrosie en huidirritatie 2
ernstig oogletsel/oogirritatie 2
sensibilisatie van de huid 1
specifieke doelorgaantoxiciteit
bij eenmalige blootstelling 3

schadelijk
irriterend voor de huid
ernstige oogirritatie (omkeerbaar)
huidallergie
tijdelijke effecten m.n. narcotische werking en irritatie van de luchtwegen



08 – Schadelijk voor de
gezondheid op lange
termijn; gezondheid

sensibilisatie van de
luchtwegen 1
mutageniteit in geslachtscellen
1A,1B,2

inhalatie allergeen
stoffen waarvan bekend is of waarvan verondersteld wordt dat ze erfelijke mutaties veroorzaken
1A: gegevens bij mensen bekend
1B: gegevens vooral van dierproeven
2: stoffen die ervan verdacht worden mutageen/
kankerverwekkend te zijn/
dat ze effecten hebben op de vruchtbaarheid of het
ongeboren kind

kankerverwekking 1A,1B,2

stoffen waarvan bekend is of waarvan verondersteld wordt dat ze kanker veroorzaken

voortplantingstoxiciteit 1A,
1B, 2

stoffen waarvan bekend is of waarvan verondersteld wordt dat ze effecten hebben op de vruchtbaarheid of het
ongeboren kind

specifieke doelorgaantoxiciteit
bij eenmalige/herhaaldelijke
blootstelling 1,2
aspiratiegevaar 1

1 betrouwbare gegevens omtrent gevaar bekend bij mensen
of dieren, 2 op basis van dierproefgegevens verondersteld
gevaarlijk voor de mens
kan dodelijk zijn als het bij inslikken in de luchtwegen terecht
komt



09 – Milieugevaarlijk;
milieu

acute toxiciteit 1
chronische toxiciteit 1-4

zeer giftig voor waterorganismen
1: zeer giftig voor waterorganismen, met langdurige
gevolgen
2: giftig
3: schadelijk
4: kan op lange termijn effecten hebben op
waterorganismen

(3 en 4 geen pictogram)

gevarenaanduidingen voor materiële gevaren

<i>code</i>	<i>van toepassing op</i>	<i>tekst</i>
H200	Ontploffbare stoffen, instabiel	"Instabiele ontploffbare stof."
H204	Ontploffbare stoffen, subklasse 1.4	"Gevaar voor brand of scherfwerking."
H220	Ontvlambare gassen, gevarencategorie 1,2	"Zeer licht ontvlambaar gas."
H221	Ontvlambare gassen, gevarencategorie 2	"Ontvlambaar gas."
H224	Ontvlambare vloeistoffen, gevarencategorie 1	"Zeer licht ontvlambare vloeistof en damp."
H225	Ontvlambare vloeistoffen, gevarencategorie 2	"Licht ontvlambare vloeistof en damp."
H240	Zelfontledende stoffen en mengsels/organische peroxiden, type A	"Ontploffingsgevaar bij verwarming."
H241	Zelfontledende stoffen en mengsels/organische peroxiden, type B	"Brand- of ontploffingsgevaar bij verwarming."
H250	Pyrofore vloeistoffen/vaste stoffen, gevarencategorie 1	"Vat spontaan vlam bij blootstelling aan lucht."
H251	Voor zelfverhitting vatbare stoffen en mengsels, gevarencategorie 1	"Vatbaar voor zelfverhitting: kan vlam vatten."
H260	Stoffen en mengsels die in contact met water ontvlambare gassen ontwikkelen, gevarencategorie 1	"In contact met water komen ontvlambare gassen vrij die spontaan kunnen ontbranden."
H270	Oxiderende gassen, gevarencategorie 1	"Kan brand veroorzaken of bevorderen; oxiderend."
H271	Oxiderende vloeistoffen/vaste stoffen, gevarencategorie 1	"Kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend."
H280	Gassen onder druk: samengeperst gas; vloeibaar gas; opgelost gas	"Bevat gas onder druk; kan ontploffen bij verwarming."
H281	Gassen onder druk: sterk gekoeld vloeibaar gas	"Bevat sterk gekoeld gas; kan cryogene brandwonden of letsel veroorzaken."
H290	Bijtend voor metalen, gevarencategorie 1	"Kan bijtend zijn voor metalen."

gevarenaanduidingen voor gezondheidsgevaren

<i>code</i>	<i>van toepassing op</i>	<i>tekst</i>
H300	Acute orale toxiciteit, gevarencategorie 1 en 2	"Dodelijk bij inslikken."
H301	Acute orale toxiciteit, gevarencategorie 3	"Giftig bij inslikken."
H302	Acute orale toxiciteit, gevarencategorie 4	"Schadelijk bij inslikken."
H304	Aspiratiegevaar, gevarencategorie 1	"Kan dodelijk zijn als de stof bij inslikken in de luchtwegen terechtkomt."
H310	Acute dermale toxiciteit, gevarencategorie 1 en 2	"Dodelijk bij contact met de huid."
H311	Acute dermale toxiciteit, gevarencategorie 3	"Giftig bij contact met de huid."
H312	Acute dermale toxiciteit, gevarencategorie 4	"Schadelijk bij contact met de huid."
H314	Huidcorrosie/-irritatie, gevarencategorie 1A, 1B en 1C	"Veroorzaakt ernstige brandwonden."
H315	Huidcorrosie/-irritatie, gevarencategorie 2	"Veroorzaakt huidirritatie."
H317	Huidsensibilisatie, gevarencategorie 1	"Kan een allergische huidreactie veroorzaken."
H318	Ernstig oogletsel/oogirritatie, gevarencategorie 1	"Veroorzaakt ernstig oogletsel."
H319	Ernstig oogletsel/oogirritatie, gevarencategorie 2A	"Veroorzaakt ernstige oogirritatie."
H330	Acute toxiciteit bij inademing, gevarencategorie 1 en 2	"Dodelijk bij inademing."
H331	Acute toxiciteit bij inademing, gevarencategorie 3	"Giftig bij inademing."
H332	Acute toxiciteit bij inademing, gevarencategorie 4	"Schadelijk bij inademing."
H334	Sensibilisatie van de luchtwegen, gevarencategorie 1	"Kan bij inademing allergie- of astmasymptomen of ademhalingsmoeilijkheden veroorzaken."
H335	Specifieke doelorgaan toxiciteit bij eenmalige blootstelling, gevarencategorie 3, irritatie van de luchtwegen	"Kan irritatie van de luchtwegen veroorzaken."
H336	Specifieke doelorgaan toxiciteit bij eenmalige blootstelling, gevarencategorie 3, narcotische werking	"Kan slaperigheid of duizeligheid veroorzaken."

aanvullende etiketteringselementen/informatie over bepaalde stoffen of mengsels

code	tekst
EUH201	"Bevat lood. Mag niet worden gebruikt voor voorwerpen waarin kinderen kunnen bijten of waaraan kinderen kunnen zuigen."
EUH204	"Bevat isocyanaten. Kan een allergische reactie veroorzaken."
EUH205	"Bevat epoxyverbindingen. Kan een allergische reactie veroorzaken."
EUH206	"Let op! Niet in combinatie met andere producten gebruiken. Er kunnen gevaarlijke gassen (chloor) vrijkomen."
EUH208	"Bevat <naam van de sensibiliserende stof>. Kan een allergische reactie veroorzaken."
EUH209	"Kan bij gebruik licht ontvlambaar worden."
EUH210	"Veiligheidsinformatieblad op verzoek verkrijgbaar."
EUH401	"Volg de gebruiksaanwijzing om gevaar voor de menselijke gezondheid en het milieu te voorkomen."

lijst van voorzorgsmaatregelen (P-zinnen)

algemeen

Code	tekst
P101	"Bij het inwinnen van medisch advies, de verpakking of het etiket ter beschikking houden."
P102	"Buiten het bereik van kinderen houden."
P103	"Alvorens te gebruiken, het etiket lezen."

voorzorgsmaatregelen in verband met preventie

code	tekst
P201	"Alvorens te gebruiken de speciale aanwijzingen raadplegen."
P210	"Verwijderd houden van warmte/vonken/open vuur/hete oppervlakken. - Niet roken."
P220	"Van kleding/.../brandbare stoffen verwijderd houden/bewaren."
P221	"Vermenging met brandbare stoffen... absoluut vermijden."
P222	"Contact met de lucht vermijden."
P223	"Contact met water vermijden in verband met een heftige reactie en een mogelijke wolkbrand."
P230	"Vochtig houden met..."
P231	"Onder inert gas werken."
P232	"Tegen vocht beschermen."
P233	"In goed gesloten verpakking bewaren."
P235	"Koel bewaren."
P243	"Voorzorgsmaatregelen treffen tegen ontladingen van statische elektriciteit."
P244	"Reduceerventielen vrij van olie en vet houden."
P250	"Malen/schokken/...wrijving vermijden."
P251	"Houder onder druk: ook na gebruik niet doorboren of verbranden."
P260	"Stof/rook/gas/nevel/damp/spuitnevel niet inademen."
P262	"Contact met de ogen, de huid of de kleding vermijden."
P263	"Bij zwangerschap of borstvoeding aanraking vermijden."
P270	"Niet eten, drinken of roken tijdens het gebruik van dit product."
P271	"Alleen buiten of in een goed geventileerde ruimte gebruiken."
P273	"Voorkom lozing in het milieu."
P280	"Beschermende handschoenen/beschermende kleding/oogbescherming/gelaatsbescherming dragen."
P284	"Adembescherming dragen."

uitgangspunten in de groene chemie

1. preventie

Vorming van afval moet zoveel mogelijk worden voorkomen.

2. atomeconomie

Het eindproduct bevat zoveel mogelijk atomen van de in het proces gebruikte stoffen. De grondstoffen moeten dus zo efficiënt mogelijk gebruikt worden.

3. minder schadelijke chemische productiemethoden

Productiemethoden moeten dusdanig ontworpen worden dat ze de mens en het milieu zo weinig mogelijk schaden.

4. ontwikkelen van minder schadelijke chemische stoffen

Bij de ontwikkeling van producten moet erop gelet worden dat ze doen wat ze moeten doen, met zo weinig mogelijk schade aan mens en milieu.

5. veiliger oplosmiddelen

Tijdens de productie moet het gebruik van oplosmiddelen zo veel mogelijk vermeden worden.

6. energie-efficiënt ontwerpen

De energie die nodig is om een reactie uit te voeren moet verlaagd worden; dit met het oog op vermindering van kosten en van milieuschade. Zo mogelijk dienen processen te worden uitgevoerd bij relatief lage temperaturen en lage drukken (liefst bij normale druk). De energie die ontstaat bij een proces moet zo mogelijk hergebruikt worden.

7. gebruik van hernieuwbare grondstoffen

Grondstoffen moeten zo veel mogelijk hernieuwbaar zijn.

8. reacties in weinig stappen

Reacties in veel stappen moeten vermeden worden omdat dit betekent dat er meer uitgangsstoffen nodig zijn en er meer vervuiling ontstaat.

9. katalyse

Reacties met gebruik van een katalysator zijn efficiënter dan reacties zonder gebruik van een katalysator.

10. ontwerpen met het oog op afbraak

Er moeten chemische producten ontworpen worden, waaruit bij afbraak stoffen ontstaan die niet giftig zijn en niet ophopen in het milieu.

11. tussentijdse analyse met het oog op preventie van milieuverontreiniging

Door gebruik van analysemethoden moet ervoor gezorgd worden dat milieuverontreinigende (bij)producten worden ontdekt zodra ze vrijkomen.

12. minder risicovolle chemie

Stoffen in een chemisch proces moeten dusdanig gekozen worden dat het risico van chemische ongelukken zo klein mogelijk is. Er moet werk gemaakt worden van preventie op het gebied van brand en explosie.

begrippen in de groene chemie

<i>begrip</i>	<i>omschrijving</i>
atomeconomie	De theoretisch berekende, totale massa van de atomen in het gewenste product volgens de reactievergelijking, gedeeld door de totale massa van de atomen van de beginstoffen en vermenigvuldigd met 100%.
E-factor	De massa van alle reactanten minus de massa van het gewenste product, gedeeld door de massa van het gewenste product, rekening houdend met het rendement. Zie tabel 37H.
vervuilingscoëfficiënt Q	Een arbitraire waarde van een stof, waarin wordt aangegeven in welke mate een stof vervuילend/gevaarlijk is. (vb. water: $Q = 0$, niet schadelijke zouten zoals NaCl: $Q = 1$, giftige producten: $Q = 100 - 1000$)
praktische opbrengst	De hoeveelheid stof die in de praktijk gevormd wordt.
theoretische opbrengst	De hoeveelheid stof die theoretisch gevormd kan worden, gebruikmakend van een stoichiometrische reactievergelijking.
rendement	De praktische hoeveelheid product gedeeld door de theoretisch maximale hoeveelheid. Dit quotiënt vermenigvuldigd met 100% geeft het rendement.

<i>materiaal</i>	<i>GWP¹</i> kg CO ₂ -eq kg ⁻¹	<i>ODP²</i> μg R11-eq kg ⁻¹	<i>EP³</i> g PO ₄ ³⁻ -eq kg ⁻¹	<i>AP⁴</i> g SO ₂ -eq kg ⁻¹
lichtgewicht beton, elementen	0,23	0,14	0,045	0,33
Marmoleum (2 mm dik)	0,070	4,5	2,4	10
mdf	-0,93	8,1·10 ⁻³	0,67	1,8
metsselspecie	0,29	11	0,11	0,85
multiplex	-1,4	11	0,17	1,5
muurverf	2,0	2,3·10 ²	1,8	14
onderdakfolie (PP)	2,7	1,5·10 ⁻⁵	0,85	4,9
papierwol (cellulose-isolatie)	0,15	13	0,54	0,96
parketvloer, 14 mm	-0,95	84	0,84	3,2
perliet isolatiekorrels	0,52	1,2·10 ⁻⁶	0,099	0,53
piepschuim/EPS (expanded polystyrene)	4,9	1,2·10 ²	1,5	17
PIR isolatie	3,1	5,3·10 ³	0,88	5,8
plaat, aluminium	11	4,4·10 ⁻⁵	2,4	32
plaat, koper	1,5	2,3·10 ⁻³	0,38	3,8
pleisterwerk, kalkstuc	0,96	50	0,12	0,89
pleisterwerk, leemstuc	0,034	3,9	0,027	0,22
polyurethaanschuim isolatie (PUR)	3,7	5,9·10 ³	1,24	7,7
schuimbetonblokken	0,48	6,8·10 ⁻³	0,075	0,58
steenstrip	0,29	1,7·10 ⁻⁶	0,047	0,25
steenwol	1,5	2,2·10 ⁻⁵	0,98	6,9
stro	-1,3	3,2	1,0	0,93
tegels, geglazuurd steen	0,31	2,5·10 ⁻⁶	0,060	0,31
tegels, keramisch geglazuurd	0,49	60	0,44	3,7
vezelcementplaten (gevelbedekking)	0,54	1,2·10 ⁻³	0,16	1,1
vloer, PVC	2,5	0,21	0,64	3,4
vloer, rubber	2,3	2,7·10 ⁻³	2,8	14
xps-isolatie (extruded polystyrene)	10	1,8·10 ⁴	1,8	17

1 ► GWP = Global Warming Potential (mogelijke bijdrage aan de opwarming van de aarde)

2 ► ODP = Ozone Depletion Potential (mogelijke bijdrage aan verdwijnen van de ozonlaag)

3 ► EP = Eutrophication Potential (mogelijke bijdrage aan eutrofiëring)

4 ► AP = Acidification Potential (mogelijke bijdrage aan verzuring)

■ De gegeven impactwaarden zijn die van 'cradle to gate'.

biomassa	38B, 93E2
blad	91A
– -pigmenten	73
bloed	74, 83, 84
– en bloedsomloop	84
– gassen in het	83C
– samenstelling	84H, 85B
bloedcellen, ontwikkeling	84I
bloeddruk	84D, 84E, 85D
bloedplasma	85B
bloedsomloop	84A
– foetale	84B
bloedstolling	84O
bloedvaten	84C
bloedverdeling in organen	84F
bodemorganismen	93E4, 93E5
botten	90D
bouw	
– en structuur van de materie	26
– longen	83A
bouwelementen	28D
bouwmaterialen	10B, 28E, 97H
brandbare stoffen	28B, 96
bravaisroosters	67D2
brekingsindex	18
butaan, verzadigingsdrukken	13B

C

calorie, zie joule	5
calvincyclus	69A, 69C
cambium	81B2, 91C
capping	71G
cardiogram	84D
cas(pase)	71M
cel	78, 79
– hormonen in	89B
– organellen	79D
celcyclus	76A
celdeling	76
cellulaire immuniteit	84L
celmembraan	79D
centrale groeve	88C2
centriole	76B, 79B
chemicaliën	
– eigenschappen	65
– gevaarlijke	96A
– gevaarsymbolen	96B
– kleuren	65B
chemie en milieu	64
chemische stoffen, kleuren	65
chemische stoffen, naamgeving	66
chemosynthese	69D
chiasma opticum	87C
chloridehoudend water, zuurstof in	44B
chlorofyl	72
chromatografie	37F, 73
chromosomen	70, 76
cirkel	36B, 36E
citroenzuurcyclus	68C
clusters van sterrenstelsels	32F
CO ₂ -uitwisseling	83C, 83E

CO ₂ , verzadigingsdrukken	13B
code, genetische	71G, 71J
coderende streng	71E
codering, materialen	66E2
codon	71E
complexe ionen, dissociatieconstante van	47
composieten	10B
concentratie	37G, 38A
concentratiebreuk	37B
concentratieveranderingen in een niereenheid (nefron)	85C
condensator	17A, 17B
constante van Avogadro	7A, 38A
constanten in het SI	7A
constanten, belangrijke	7A
constructiematerialen	10B
consument	93B, 93G
contaminanten, ADI-waarde	95B
coördinatie	90
copolymeren	66F, 67A2
creatinefosfaat	90A
crisprcas	71M2
crossing over	76B2
cuticula	91A
C _w -waarde	28A
cytoskelet	79D

D

Δ-waarden NMR	39B
dampen	12
darm	82C
darmvlok	82C
decibel	15D
deelweefsel	81B
dekweefsel	80B, 81A
dendriet	88A
dendritische cel	84L1,2
depolarisatie	88F
detritus	93E
diamagnetisme	16B
dichtheid	
– alliages	9
– atmosfeer	30F
– elementen	40A
– formules	35C1, 37G
– gassen en dampen	12
– metalen	8
– oplossingen	43
– planeten	31
– vaste stoffen	8, 9, 10
– vloeistoffen	11
– zon	32C
dielektrische constanten, relatieve	16A
dierenrijk	78
dierlijke cel	79C
– weefsels	80
diersoorten	92
differentiëren	36F
digitale schakelingen	17C
dipoolmoment	55

exosfeer	30F, 34
explosieve stoffen	96
exponent	36D
extinctie	37E, 38A, 39A
extinctiecoëfficiënt, molaire	39A

F

faculteit, formule voor de	36H, 36I
fagocyt	84J
ferromagnetisme	16B
fibrinogeen/fibrine	84O
Fick, wet van	83A
flagel	79A, 86A
foetale bloedsomloop	84B
follikel	86B, 86C
foon	27C
formules	
– gassen en dampen	12
– ion-	66B
– molecuul-	12, 40A, 66B
– natuurkunde-	35
– scheikunde-	37
– wiskunde-	36
fosfolipiden	67G3
fosforylering, oxidatieve	68D
fossiele vondsten	94B
foto-elektrisch effect	24
foton	26B
fotopigmenten	67I, 72
fotosynthese	69
fotosystemen	69
fraunhoferlijnen	20
freonen	66A
frequentie	
– elektromagnetische straling	19A, 19B
– toonhoogten geluid	15C
– zichtbaar licht	19A, 20
fronten	30D
fysica en milieu	28
fysiologie hart	84D
fysische constanten	7
fysische informatica	17C

G

gal	82D
gammastraling	19B, 25A, 27D, 28F, 29
gap-energie	16C
gasconstante	7A, 38A
gasreacties, evenwichtsconstante van	51
gassen en dampen	
– gegevens van	12
– in lucht en bloed	83C
– oplosbaarheid	44
gatenbewegelijkheid	16C
geel lichaam (corpus luteum)	86C, 86D
gehalte-aanduidingen	37G
gehoor	27C, 87D
– gevoeligheid	27C
– grenzen	15D, 27C
– orgaan	87D

– -verlies	27C2
geleidbaarheid, molaire ion-	41
geleiding K^+ en Na^+ door membraan	88F
geluid	15
– absorptie van	15B
– geluidsdruk-niveau	15D
– geluidsintensiteit	15D
– geluidssterkte	15D
– muziek	15C
– voortplantingssnelheden	15A
generatie van elementaire deeltjes	26A
genetische code	71G, 71I
genlocaties, mens	70D
genotype	93D
gentechnologie	71M
geologische tijdrekening	94A
geslachtsorganen	86
– man	86A
– vrouw	86B
gevaaraanduidingen (H en P-zinnen)	96E
gevaarlijke chemicaliën	96A, 96B
gevaarsymbolen	96B
gevaarsklassen in GHS	96B
gevoeligheid menselijk oog	27A
gevoeligheid menselijk oor	27C
gewricht	90D
gezondheidseffecten	
– productie van metalen	97G
– radioactiviteit	27D1
GHS-systeem veiligheid	96E
gibbsenergie	37C
giftige stoffen	96
gisting	68B
globally harmonized system	96B, 96E
glomerulus	85A
glucose	67F1, 68A, 68B, 69C1, 75
gluon	26B
glycolyse	68A, 68B
golffunctie	23
golflengte	
– absorptietoppen	39C, 72
– elektromagnetische straling	19B, 30E
– foto-elektrisch effect	24
– spectraallijnen	20
– zichtbaar licht	19A, 20
goniometrie	36G
grafische symbolen, zie symbolen	
grafische verbanden	36A
gravitatieversnelling	7A, 30B, 31, 32C
graviton	26B
grens	
– -frequentie	24
– -golflengte	24
– -hoek	18A, 18B
– -waarde	96A
Grieks alfabet	1
groeifuncties	36I, 93D1
groene chemie	37H, 97
groepsfrequentie infrarood	39C
grondeenheden SI	3
grootheden en eenheden in het SI	3, 4

– elektronenconfiguratie	99
– oxidatiegetal	99
permeabiliteit, relatieve magnetische	16B
Petersen, schaal van	30C
pH	37I, 38A, 52A
pH-traject lichaamsvloeistoffen	74
pigmentcel	87A
pigmenten, blad-	73
pigmenten, foto-	67H2, 72
pijngrens	15D, 27C
piramide van productiviteit	93E2
placenta	84K, 86E, 89A
planckeenheden	7C
planckkrommen	22
planeten, gegevens over	31
plant	91, 92A, 92B
plantaardige cel	79B
plantaardige weefsels	81
plantenrijk	78, 92
plantenvoedingsstoffen	91D
plasma's	21D
plasmacel	84I, 84L2, 84M
plasmiden	71M, 79A
polymerase	71D, 71F
polymeren	66E, 67A
pomp, K-Na	88E
poortader	82D, 84A, 84B
poorten, digitale	17C
populaties	93C, 93D
predator-prooi relatie	93D
primer	71M
primitieve functie	36F
prion	94E
producent	93A, 93B, 93G
progesteron	86C, 86E, 89A
promotor	71F
propaan, verzadigingsdrukken	13B
prostaat	86A
proton	7B, 25, 26, 27D3, 32H

Q

quantummechanica	23
quarks	26, 32H

R

raaklijn	36E
radiële snelheid sterren	32B
radioactiviteit	
– gezondheidseffecten	27D
– straling	19B, 25, 27D, 28F
– verval	25
radiogolven	19B
radiovenster	30E
rationele naam in de chemie	66
reactieconstante	37A
reactiemechanismen	54
reacties, allergische	84M
reactiesnelheid, chemische	37A
reactorchemie, symbolen	38B
recycleersymbolen	96D

recycling metalen	97C
redoxindicatoren	52B
redoxpotentiaal bij fotosynthese	69B
reducent	93A, 93G
reductoren	48
reeks	36H
regels systematische namen	66D
reine stemming	15C
rek	10B
relatieve	
– atoommassa	40A, 99
– dichtheid	38A
– diëlektrische constanten	16A
– magnetische permeabiliteit	16B
rendement	35C, 37H, 97A
reparatie DNA	71I
replicatie DNA en RNA	71D
resorptie	84G
respirogram	83B
reuzen	32B, 33
Rf-waarde	37F, 73
Richter, schaal van	30A
rij	36H
rijken in de biologie, de vier -	78
rioolwaterzuivering	38B2
RNA	71C, 71K
– genetische code	71G
– soorten	71K
– t-RNA	71K
– translatie (eiwitsynthese)	71E
rode reuzen	32B, 33
röntgenstraling	19B, 28F, 29, 30F
roosterenergie	60
roosters, kristal	67D
rotatieperiode, planeten	31
rotatieperiode, zon	32C
ruggenmerg	88J
rustmassa	7B, 26
rustpotentiaal, ionenverdeling bij	88D

S

sachariden	67F, 82E
samenstelling, zie ook abundantie	
– aardkorst	34, 40B
– adem	83C
– alliages	9
– atmosfeer	34
– bloed	84H
– bloedplasma en urine	85B
– gassen in lucht en bloed	83C
– heelal	34
– legeringen	9
– lithosfeer	34, 40B
– menselijk lichaam	34
– natuurlijk isotopenmengsel	25A
– zeewater	64A
– zon	34
satellieten	31
schaal	6
– aardbevingen	30A
– van Beaufort	30C

stralingsintensiteit volgens Planck	22
stratosfeer	30F, 34
strottenhoofd	83A
structuur	
– biochemische stoffen	67
– chromosoom	70A
– legeringen	9
– t-RNA	71K
structuurformules	67
– nucleïnebasen	71A
subatomaire deeltjes	26
sublimatiepunt	14, 42
sublimatiewarmte	59
substraatconcentratie	37A, 82E
supergeleiders	16C
superstrings	32H
suppressor	84J, 84M, 94E
surfactant	83A
symbolen	
– eenheden	3, 4, 5, 35, 38A
– elektrotechnische	17B
– elementen	40A, 99
– gevaar-	96B
– grafische -, in de industriële chemie	38B1
– recycleer-	96D
– scheikundige	38A
– veiligheid en milieu	96
– waarschuwingborden	96C
– werkkunde	30D
synaps	88G, 88H
systematiek, biologische	92
systematische namen chemische stoffen	40A, 66D
systole	84D, 84E

T

telomeer	76B4
temperatuur	
– atmosfeer	30F
– kritieke	12, 13, 14
– planeten	31
– -schaal	6C
– sterren	32B, 33
temperatuurregeling	87B
template streng	71E
terpolymeer	67A2
terugkoppeling hormonen	89C
testis	86A
testosteron	89A
T-helpercel	84I, 84L
thermodynamica	35C, 37C
thermo-elektriciteit	16D
thermoharders	10B, 66E, 67A2
thermokoppel	16D
thermoplasten	10B, 66E, 67A2
thermoreceptor, zie warmtezintuig	
thymus	84I, 84N
tien, machten van	6, 100
tijd	6B, 32H, 94A
Tjeukemeer	93E1
toonladder	15C
transcriptie en translatie, DNA	71E, 71F

transcriptiefactor	71F
translatie RNA	71E, 71J
transmissie	37E
transmitters en dragers	67L, 88I
transportweefsel	81E
transuranen	25, 40, 99
treksterkte	8, 10B
tripelpunt	13, 40A
triviale naam	66A
trofisch niveau	93A2, 93E3
trofoblast	86E
trombine	84O
troposfeer	30F, 34

U

uitscheiding	85
uittree-energie	24
uitwisseling CO ₂	83E
uitwisseling K ⁺ en Na ⁺	88F, 88G
uitzettingscoëfficiënt	
– kubieke	11
– kubieke - van kwik	8
– lineaire	8, 9
ultraviolet	19B, 22, 27B, 30E, 30F, 72
ureum	67J, 75
urine	85B
UV	19B, 22, 27B, 30E, 30F, 72
UV-index voor zonnestraling	27B
U-waarde bouwelementen	28D

V

vaatbundel	91C2
valentiehoek, zie bindingshoek	
vanderwaalsstraal	40A
vaste stoffen	
– gegevens van	10
– oplosbaarheid in water	45
– sublimatie- en verdampingswarmte	59
vaste-stoffysica	16C
vectorbosonen	26B
veiligheid en milieu	96
verbanden, wiskundige	36A
verbindingen	42, 66
verblijftijd in de zon	27B
verboden eenheden	5
verbranding	64B
verbrandingswarmte	28B, 56
verdampingswarmte	11, 12, 59
vergiftiging	96
verhoude stam (linde)	91C
vermenigvuldigingsfactoren	2
vertering	82
– enzymen	82E
– organen	82C
– sappen	82F
verval elementaire deeltjes	26C
verval, radioactiviteit	25
vervuilingscoëfficiënt	96F
verzadigingsdruk	13, 14
verzuring	97E

in g mol⁻¹

AgBr	187,77
Ag ₂ CO ₃	275,75
AgCl	143,32
AgI	234,77
AgNO ₃	169,87
Ag ₂ O	231,74
Ag ₃ PO ₄	418,58
Ag ₂ S	247,80
AlCl ₃	133,34
Al(NO ₃) ₃	213,00
Al ₂ O ₃	101,96
Al(OH) ₃	78,004
Al ₂ (SO ₄) ₃	342,15
BaCO ₃	197,34
BaCl ₂	208,23
Ba(NO ₃) ₂	261,34
BaO	153,33
Ba(OH) ₂	171,34
BaSO ₄	233,39
C ₆ H ₆	78,114
C ₆ H ₁₂ O ₆	180,16
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	342,30
CaC ₂	64,100
CaC ₂ O ₄	128,10
CaCO ₃	100,09
CaCl ₂	110,98
CaF ₂	78,075
CaO	56,077
Ca(OH) ₂	74,093
Ca ₃ (PO ₄) ₂	310,18
Ca ₅ (PO ₄) ₃ F	504,30
CaSO ₄	136,14
CH ₃ COOH	60,053
CH ₄	16,043
CH ₃ OH	32,042
CH ₃ CH ₂ OH	46,069
CH ₃ COCH ₃	58,080
CH ₃ COONa	82,034
CO	28,010
CO ₂	44,010
CoCl ₂	129,84
CS ₂	76,141

CuCl ₂	134,45
Cu(NO ₃) ₂	187,56
CuO	79,545
CuS	95,611
CuSO ₄	159,61
FeC ₂ O ₄	143,86
FeCl ₂	126,75
FeCl ₃	162,20
FeO	71,844
Fe ₂ O ₃	159,69
Fe ₃ O ₄	231,53
Fe(OH) ₂	89,860
Fe(OH) ₃	106,87
FePO ₄	150,82
FeS	87,910
FeS ₂	119,98
FeSO ₄	151,91
Fe ₂ (SO ₄) ₃	399,88
HBr	80,912
H ₂ C ₂ O ₄	90,036
HCl	36,461
HF	20,006
HI	127,91
HNO ₃	63,013
H ₂ O	18,015
H ₂ O ₂	34,015
H ₃ PO ₄	97,995
H ₂ S	34,081
H ₂ SO ₄	98,079
HgCl ₂	271,50
HgI ₂	454,40
Hg(NO ₃) ₂	324,60
HgO	216,59
HgS	232,66
KBr	119,00
KCN	65,116
K ₂ CO ₃	138,21
KAl(SO ₄) ₂	258,21
KC ₂ H ₃ O ₂	98,143
KCl	74,551
KClO ₃	122,55
K ₂ Cr ₂ O ₇	294,18

KF	58,097
K ₃ Fe(CN) ₆	329,25
K ₄ Fe(CN) ₆	368,34
KHCO ₃	100,12
KHC ₂ O ₄	128,13
KHSO ₄	136,17
KI	166,00
KIO ₃	214,00
KMnO ₄	158,03
KNO ₂	85,104
KNO ₃	101,10
K ₂ O	94,196
KOH	56,106
KSCN	97,181
K ₂ SO ₃	158,26
K ₂ SO ₄	174,26
MgCl ₂	95,211
MgN ₃	66,325
MgO	40,305
Mg(OH) ₂	58,320
MgSO ₄	120,37
MnO	70,937
MnO ₂	86,937
Mn ₂ O ₃	157,87
Mn ₃ O ₄	228,81
MnSO ₄	151,00
NH ₃	17,031
NH ₄ Br	97,943
(NH ₄) ₂ CO ₃	96,086
NH ₄ Cl	53,491
NH ₄ NO ₃	80,043
(NH ₄) ₂ S	68,142
(NH ₄) ₂ SO ₄	132,14
N ₂ O	44,013
NO	30,006
NO ₂	46,006
NaBr	102,89
Na ₂ CO ₃	105,99
Na ₂ C ₂ O ₄	134,00
NaCl	58,443
NaClO ₃	106,44
NaF	41,988

NaHCO ₃	84,007
NaH ₂ C ₂ O ₂	82,034
NaHSO ₃	104,06
NaHSO ₄	120,06
NaI	149,89
NaNO ₂	68,995
NaNO ₃	84,995
Na ₂ O	61,979
NaOH	39,997
Na ₃ PO ₄	163,94
Na ₂ S	78,045
Na ₂ SO ₃	126,04
Na ₂ SO ₄	142,04
Na ₂ S ₂ O ₃	158,11
PCl ₃	137,33
PCl ₅	208,23
P ₂ O ₃	109,95
P ₂ O ₅	141,94
PbCO ₃	267,2
PbCl ₂	278,1
PbCrO ₄	323,2
PbI ₂	461,0
Pb(NO ₃) ₂	331,2
PbO	223,2
PbO ₂	239,2
Pb ₂ O ₄	685,6
PbS	239,3
PbSO ₄	303,3
SO ₂	64,064
SO ₃	80,063
SnCl ₂	189,62
SnCl ₄	260,52
SnI ₂	372,52
SnO	134,71
SnS	150,78
ZnCO ₃	125,39
ZnCl ₂	136,29
ZnO	81,38
ZnS	97,45
ZnSO ₄	161,44

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
									4,003 ⁰ 2 He helium 2
				10,81 ⁺³ 5 B boor 2,3	12,01 ⁺² 6 C koolstof 2,4	14,01 ⁺¹ 7 N stikstof 2,5	16,00 ⁻² 8 O zuurstof 2,6	19,00 ⁻¹ 9 F fluor 2,7	20,18 ⁰ 10 Ne neon 2,8
				26,98 ⁺³ 13 Al aluminium 2,8,3	28,09 ⁺² 14 Si silicium 2,8,4	30,97 ⁺³ 15 P fosfor 2,8,5	32,06 ⁺⁴ 16 S zwavel 2,8,6	35,45 ⁺¹ 17 Cl chloor 2,8,7	39,95 ⁰ 18 Ar argon 2,8,8
58,93 ⁺² 27 Co kobalt 15,2	58,69 ⁺² 28 Ni nikkel 16,2	63,55 ⁺¹ 29 Cu koper 18,1	65,38 ⁺² 30 Zn zink 18,2	69,72 ⁺³ 31 Ga gallium 18,3	72,64 ⁺² 32 Ge germanium 18,4	74,92 ⁺³ 33 As arsen 18,5	78,95 ⁺⁴ 34 Se seleen 18,6	79,90 ⁺¹ 35 Br broom 18,7	83,80 ⁰ 36 Kr krypton 18,8
102,9 ⁺³ 45 Rh rhodium 16,1	106,4 ⁺² 46 Pd palladium 18	107,9 ⁺¹ 47 Ag zilver 18,1	112,4 ⁺² 48 Cd cadmium 18,2	114,8 ⁺³ 49 In indium 18,3	118,7 ⁺² 50 Sn tin 18,4	121,8 ⁺³ 51 Sb antimoon 18,5	127,6 ⁺⁴ 52 Te telluur 18,6	126,9 ⁺¹ 53 I jood 18,7	131,3 ⁰ 54 Xe xenon 18,8
192,2 ⁺³ 77 Ir iridium 32,15,2	195,1 ⁺² 78 Pt platina 32,17,1	197,0 ⁺¹ 79 Au goud 32,18,1	200,6 ⁺¹ 80 Hg kwik 32,18,2	204,4 ⁺¹ 81 Tl thallium 32,18,3	207,2 ⁺² 82 Pb lood 32,18,4	209,0 ⁺³ 83 Bi bismut 32,18,5	(209) ⁺² 84 Po polonium 32,18,6	(210) ⁺¹ 85 At astat 32,18,7	(222) ⁰ 86 Rn radon 32,18,8
(278) 109 Mt meitnerium 32,15,2	(281) 110 Ds darmstadtium 32,17,1	(281) 111 Rg roentgenium 32,18,1	(285) 112 Cn copernicium 32,18,2	(286) 113 Nh nihonium 32,18,3	(289) 114 Fl flerovium 32,18,4	(288) 115 Mc moscovium 32,18,5	(293) 116 Lv livermorium 32,18,6	(294) 117 Ts tennessine 32,18,7	(294) 118 Og oganesoon 32,18,8
150,4 ⁺² 62 Sm samarium 24,8,2	152,0 ⁺² 63 Eu europium 25,8,2	157,3 ⁺³ 64 Gd gadolinium 25,9,2	158,9 ⁺³ 65 Tb terbium 27,8,2	162,5 ⁺³ 66 Dy dysprosium 28,8,2	164,9 ⁺³ 67 Ho holmium 29,8,2	167,3 ⁺³ 68 Er erbium 30,8,2	168,9 ⁺³ 69 Tm thulium 31,8,2	173,0 ⁺² 70 Yb ytterbium 32,8,2	175,0 ⁺³ 71 Lu lutetium 32,9,2
(244) ⁺³ 94 Pu plutonium 24,8,2	(243) ⁺³ 95 Am americium 25,8,2	(247) ⁺³ 96 Cm curium 25,9,2	(247) ⁺³ 97 Bk berkelium 27,8,2	(251) ⁺³ 98 Cf californium 28,8,2	(252) ⁺³ 99 Es einsteinium 29,8,2	(258) ⁺³ 100 Fm fermium 30,8,2	(257) ⁺² 101 Md mendelevium 31,8,2	(259) ⁺² 102 No nobelium 32,8,2	(262) ⁺³ 103 Lr lawrencium 32,9,2