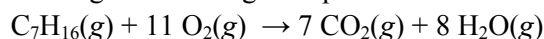


tilstandsformer	(<i>s</i>) fast, (<i>l</i>) flydende ("smeltet") og (<i>g</i>) gas (=luftformig). Skrives efter formlen: $\text{H}_2\text{O}(g)$ og angiver så selve stoffet vand (her vanddamp). H_2O angiver blot formlen for vand. De to følgende er ikke tilstandsformer: (<i>aq</i>) betyder opløst i vand (<i>sol</i>) opløst i et andet opløsningsmiddel.
atomer	opbygget af kerner og elektroner. Kernerne består af nukleoner, som er positive protoner og neutrale neutroner (undt. hydrogen, der kun har en proton). Eks. grundstof nr. 12 magnesium ${}_{12}\text{Mg}$ har 12 protoner og 12 elektroner. ${}_{17}\text{Cl}$ har 17 protoner og 17 elektroner.
ioner	atomer med en eller flere overskydende elektroner (negativ ion), eller en eller flere elektroner i underskud (positiv ion). Eks. Cl^- har 17 protoner og 18 elektroner og altså en elektron i overskud. Mg^{2+} har 12 protoner og 10 elektroner og altså to elektroner i underskud.
isotoper nukleontal	atomer med samme antal protoner men forskelligt antal neutroner. Eks. magnesium findes i naturen som ${}^{24}\text{Mg}$, ${}^{25}\text{Mg}$ og ${}^{26}\text{Mg}$. Nukleontallet 24 er summen af antal protoner og neutroner: $12 + 12 = 24$ og ${}^{24}\text{Mg}$ har således 12 neutroner, ${}^{25}\text{Mg}$ 13 neutroner og ${}^{26}\text{Mg}$ 14 neutroner. (nukleontal hed tidligere massetal, men forveksledes så med atommassen)
atommassen	gennemsnitsmassen af de i naturen forekommende isotoper. 79% af magnesium er ${}^{24}\text{Mg}$, 10% er ${}^{25}\text{Mg}$ og 11% er ${}^{26}\text{Mg}$. Atommassen for Mg er 24,31 u.
atommasseenhed	1 u. Den svarer cirka til massen af et H-atom. Omregnet til sædvanlig masseenhed gram: $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$. Definition: isotopen ${}^{12}\text{C}$ vejer præcis 12,000 u.
grundstof	består af atomer med samme antal protoner, f.eks. magnesium, der er en blanding af de tre isotoper nævnt ovenfor.
opdeling af grundstoffer	ikke-metaller (øverste højre hjørne af periodesystemet) og metaller. Metaller er faste, blanke (hvis de slibes/skæres rene), leder elektrisk strøm og varme og danner altid positive ioner. Hg er eneste metal, der er flydende ved stuetemperatur.
kemiske forbindelser	molekylforbindelser (mellem ikke-metaller) ionforbindelser (mellem positive metalioner og negative ikke-metalioner så forbindelsen bliver neutral, f.eks. MgCl_2 med én Mg^{2+} og to Cl^-) ionforbindelser er faste med højt smeltepunkt, i smeltet tilstand leder de elektrisk strøm. Ved opløsning i vand <i>dissocierer</i> de (spaltes i bestanddelene, f.eks. $\text{MgCl}_2(s) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(aq) + 2 \text{Cl}^-(aq)$). $\text{Mg}^{2+}(aq)$ er en hydratiseret magnesium-ion, dvs. Mg^{2+} omgivet af et hylster af vand. Antallet af vandmolekyler angives normalt ikke, men er ofte det dobbelte af ladningen.
kemiske bindinger	ionbinding, elektronparbinding (= kovalent binding) og metalbinding: <i>ionbinding</i> : positive og negative ioner danner et iongitter, hvor hver ion er omgivet af et antal modsat ladede ioner (= koordinationstallet). <i>elektronparbinding</i> : et, to eller tre elektronpar er fælles for to atomer. I et elektronpar kan én elektron leveres af hvert atom (f.eks. i $\text{H}:\text{Cl}$), eller at et af ato-

merne alene ($\text{H}:\text{NH}_3^+ = \text{NH}_4^+$). I en *polær binding* er elektronerne "skævdelt" mod det ene atom, som får en lille negativ overskudsladning. Det andet atom får positiv overskudsladning. F, Cl, O og N er mest elektrontiltrækkende.
metalbinding: de positive metalioner findes fastsiddende i et gitter med frit bevægelige elektroner ind imellem.

afstemme

at sørge for, at der er lige mange atomer af hver slags på begge side af pilen.
 Fuldstændig forbrænding af heptan:

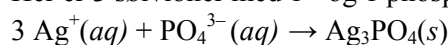


hvor der er 7 C, 16 H og 22 O (= 11 O₂) på hver side.

fuldstændig forbrænding

sker, når stoffer med C, H og O (evt. S o. a.) optager så meget oxygen som muligt og derved danner CO₂ og H₂O (evt. SO₂).
 I ionreaktioner skal yderligere sum af ionladninger være ens på begge sider.
 Her er 3 sølvioner med 1+ og 1 phosphation med 3-:

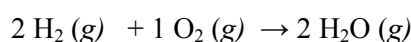
fældning



Dette er en fældning, hvor det tungtopløselige sølvphosphat danner bundfald, når det letopløselige sølvnitrat, AgNO₃, blandes med det letopløselige natriumphosphat, Na₃PO₄. NO₃⁻ og Na⁺ deltager ikke i fældningen og danner ikke bundfald som NaNO₃, da det er letopløseligt.

ækvivalente mængder

afpassede mængder af to eller flere stoffer, som reagerer i samme stofmængdeforhold som koefficienterne i det afstemte reaktionsskema.



2 mol hydrogen er ækvivalent med 1 mol oxygen, idet $n(\text{H}_2) / n(\text{O}_2) = 2/1$

formelenhed

mindste mængde af en kemisk forbindelse, f.eks. ét vandmolekyle (H₂O) eller et ionpar med én Mg²⁺-ion og to Cl⁻-ioner (MgCl₂).

1 mol

en portion af et givet stof (f.eks. MgCl₂) udgør *stofmængden* 1 mol, hvis det indeholder $6,02 \cdot 10^{23}$ formelenheder. Symbol for stofmængde: *n*, enheden mol.

et stofs molare masse

M(O₂) angiver massen af 1 mol oxygenmolekyler (= 32,00 g/mol), mens *M*(O) er oxygenatomers molare masse (= 16,00 g/mol).

beregning af stofmængde

massen, *m*, af en portion stof er proportional med stofmængden.

Proportionalitetsfaktoren er netop den molare masse, *M*.

$$m = M \cdot n$$

Eks: massen af 0,20 mol magnesium: $m = 24,31 \text{ g/mol} \cdot 0,20 \text{ mol} = 4,862 \text{ g}$

For gasser regner man normalt ikke med massen, men med volumen (=rumfang) *V*
 $V = V_M \cdot n$. *V_M* er gassens molare volumen, der ved stuetemperatur og normalt atmosfæretryk er 24 L/mol. *V_m* ændres med tryk og temperatur.

koncentration

den formelle koncentration *c* (A) af stoffet A opløst i en væske, med samlet volumen *V*, er forholdet mellem stofmængde *n* og volumen *V*

$$c(\text{A}) = n(\text{A}) / V \quad (\text{enhed: mol/L, kaldes molær og forkortes M}).$$

c er uafhængig af hvordan stoffet findes i opløsningen.

den aktuelle koncentration af stoffet eller ionen B angives som: [B]. Den anvendes mest ved opløsning af ionforbindelser, syrer og baser.
 Eks.: 0,20 mol MgCl₂ opløses i vand, så $V = 0,10 \text{ L}$.
 $c = 0,20 \text{ mol} / 0,10 \text{ L} = 2,0 \text{ mol/L}$ (den formelle koncentration)
 $[\text{Mg}^{2+}] = 2,0 \text{ mol/L}$ og $[\text{Cl}^-] = 4,0 \text{ mol/L}$ (de aktuelle konc. i opløsningen)
 da der er dobbelt så mange Cl⁻-ioner som Mg²⁺-ioner.

syrer, baser

En syre er et "stof", der kan fraspalte H⁺, og en base er et "stof" der kan optage H⁺. "stof" kan være et molekyle eller en ion i opløst i vand.

$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ viser vand som syre

$\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$ viser vand som base. H⁺ eksisterer aldrig "alene" i vand, men der foregår altid en protolyse, dvs. overførsel af H⁺ fra syren til basen.

$\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ er vands autoprotolyse. Uhyre lidt af vandet er protolyseret, i rent vand gælder: $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$.

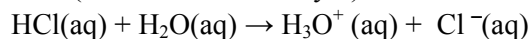
mol/L forkortes M

M læses "molær"

I alle opløsninger gælder: $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14} (\text{mol/L})^2$.

I en sur opløsning gælder: $[\text{H}_3\text{O}^+] > 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ M}$ (f.eks. $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ M} = 0,0010 \text{ M}$).

Den kan fremstilles ved at opløse en syre i vand, f.eks. saltsyre, der protolyserer 100 % (kaldes så en stærk syre):



Hvis $c(\text{HCl}) = 0,0010 \text{ M}$ bliver $[\text{H}_3\text{O}^+]$ også lig $0,0010 \text{ M}$, mens $[\text{HCl}] = 0 \text{ mol/L}$. Samtidig bliver $[\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ M}^2 / 0,0010 \text{ M} = 1,0 \cdot 10^{-11} \text{ M}$.

I en basisk opløsning gælder: $[\text{OH}^-] > 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ M}$ (f.eks. $0,010 \text{ mol/L}$) og dermed $[\text{H}_3\text{O}^+] < 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$ (i eksemplet: $1,0 \cdot 10^{-14} \text{ M}^2 / 0,010 \text{ M} =$

$1,0 \cdot 10^{-12} \text{ M}$). Opløsningen kan fremstilles ved at opløse fast natriumhydroxid, NaOH(s), i vand. Da $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$, vil $1,0 \text{ L}$ opløsning med $0,40 \text{ g NaOH}$ have $c = 0,010 \text{ mol/L}$ og dermed $[\text{OH}^-] = 0,010 \text{ mol/L}$.

Svage syrer og svage baser er ikke fuldt protolyserede i vandig opløsning. Derfor er $[\text{H}_3\text{O}^+] < c_{\text{syre}}$ og pH i en svag syre større end i en stærk syre med samme koncentration. Beregningen af pH i svage syrer sker på videregående niveauer.

pH

$\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+])$, hvor kun talværdien for konc. (i mol/L) indsættes.

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$ giver $\text{pH} = 7,0$.

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ giver $\text{pH} = 3,0$

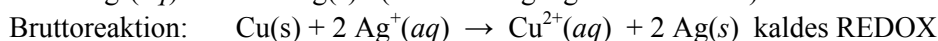
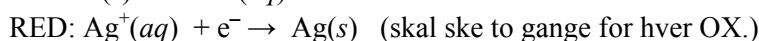
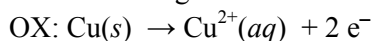
$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$ giver $\text{pH} = 11,0$

Hvis $\text{pH} = 3,3$ er $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,3} \text{ M} = 0,00050 \text{ M}$ altså det halve af, hvad

$[\text{H}_3\text{O}^+]$ er, når $\text{pH} = 3,0$.

oxidation og reduktion

Ved en oxidation afgiver et "stof" - helt eller delvis - en eller flere elektroner. Ved en reduktion optager et "stof" - helt eller delvis - en eller flere elektroner. "stof" kan være et molekyle eller en ion. Da elektroner ikke eksisterer alene, skal de ved oxidationen afgivne elektroner altid optages af det stof, der reduceres. Eks. dyppes en kobberstang ned i en opløsning af sølvnitrat, oxideres kobber til kobber(II)-ioner. Samtidig reduceres sølvioner til sølvmetal (nitrationerne er tilskuerioner):



spændingsrækken	Den nævnte reaktion illustrerer spændingsrækken: kobber står over sølv (eller til venstre for sølv) og er derfor et bedre reduktionsmiddel end sølv. Kobbermetal fungerer som reduktionsmiddel for sølvioner - og samtidig bliver kobbermetal selv oxideret.
oxidationstal (OT)	ved en oxidation stiger OT (for et bestemt stof) , og ved en reduktion falder OT (for et andet stof). I OX ovenfor stiger OT for kobber fra 0 til +II. I RED ovenfor falder OT for sølvionen fra +I til 0. Ved en REDOX-reaktion er stigningen i OT lig faldet i OT - og det opnås ved at sætte passende koefficienter på.
regler for tilordning af OT	a) frie grundstoffer har OT = 0. b) oxygen har i forbindelser OT = -II (undt. i peroxider, hvor OT = -I). c) hydrogen i forbindelser har OT = + I (undt. i metalhydrider, hvor OT = -I) d) i molekyler og formelenheder er summen af alle atomers OT lig nul e) i ioner er summen af alle atomers OT lig ionens ladning (regnet med fortegn)
afstemningsprocedure	a) opskriv de "stoffer" der oxideres og reduceres - det man starter med på venstre side - og det man får som produkt på højre side. b) sæt OT på og sørg med koefficienter for, at stigning i OT er lig fald i OT. c) glem nu OT og tæl sum af ionladninger på venstre side og på højre side. - hvis reaktionen starter i sur væske tilføjes H^+ på venstre side og H_2O på højre side så der bliver lige mange H og O på hver side. - hvis reaktionen starter i basisk væske, tilføjes OH^- på venstre side - hvis reaktionen starter i neutral væske, tilføjes H_2O på venstre side, og det kan så blive til enten H^+ eller OH^- på højre side.
afstemme	At afstemme vil sige, at sørge for lige mange atomer af hver slags på begge sider af pilen - uanset i hvilken forbindelse de indgår. Desuden skal summen af ionladningerne (regnet med fortegn) være ens på begge sider.
tips	Hvis der f.eks. dannes Cl_2 skal man straks skrive 2 foran Cl^- på venstre side. Hvis der står f.eks. $Cr_2O_7^{2-}$ på venstre side, og der dannes Cr^{3+} , skal man straks skrive 2 foran Cr^{3+} på højre side (og måske senere gange med endnu et tal).

Organisk kemi (= carbonforbindelsernes kemi)

stofklasser	<p>4 SLAGS CARBONHYDRIDER:</p> <p>alkaner C_nH_{2n+2} - enkeltbindinger mellem C-atomerne (mættede forbindelser)</p> <p>alkener C_nH_{2n} ($n \geq 2$) - en dobbeltbinding mellem C-atomer (umættede forb.)</p> <p>alkyner C_nH_{2n-2} ($n \geq 2$) - en tripelbinding mellem C-atomer (umættede forb.)</p> <p>cycloalkaner - ringe af C-atomer med enkeltbindinger mellem C-atomerne.</p> <p>(alkylgrupper): alkaner danner alkylgrupper, når et H-atom - med sin ene elektron - fraspaltes: C_nH_{2n+1}. Eksisterer ikke som stof, men som sidegrupper i større molekyler. Eks. af metan CH_4 fås methylgruppen $-CH_3$)</p> <p>alkoholer: carbonhydrid med en (eller flere) OH-grupper</p> <p>aldehyder: carbonhydrid med $-CHO$-gruppe hvor O er dobbeltbundet. $-CHO$ er altid endestillet.</p> <p>ketoner: carbonhydrid med carbonylgruppen $C=O$-gruppe (ikke endestillet)</p>
--------------------	--

carboxylsyrer carbonhydrid med -COOH -gruppe.

reaktionstyper

substitutionsreaktion: atomer eller atomgrupper (Cl, Br, OH m.fl.) kan erstatte et H-atom i et carbonhydrid. Reaktionen katalyseres ofte af lys.

(Eks. $\text{CH}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Br} + \text{HBr}$)

additionsreaktion: små molekyler adderes til de dobbeltbundne C-atomer i alkener og alkyner. (Eks. $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$)

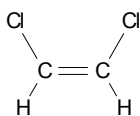
additions-polymerisationsreaktion: stort antal monomere med dobbeltbundne C-atomer adderes til én lang C-kæde. Ethen $n \cdot \text{C}_2\text{H}_4$ danner derved polyethen $(\text{CH}_2)_{2n}$ (tidligere kaldt polyethylen), som er almindeligt poseplast. n meget stort tal.

isomeri

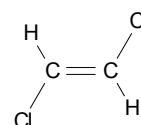
to forskellige stoffer er isomere (strukturisomere), når de har samme molekylformel men forskellig strukturformel. Det simpleste eksempel: butan og 2-methylpropan, begge med molekylformlen C_4H_{10} .

spejlbilled-isomeri: to rumligt forskellige former *af samme stof*. De to former er hinandens spejlbilleder, og de har samme strukturformel. Forekommer når der er et *asymmetrisk C-atom*, dvs. et C-atom, der er bundet til fire forskellige atomer eller atomgrupper. Det er f.eks. tilfældet i 2-brombutan.

Z/E – isomeri: når der er forskellige grupper på de to C-atomer, der er med dobbeltbinding. Har samme molekylformel, men forskellig strukturformel.



Z-1,2-dichlorethen
(tidligere *cis*-1,2-dichlorethen)



E-1,2-dichlorethen
(tidl. *trans*-1,2-dichlorethen)

råolie

olie, der pumpes op fra undergrunden. Den kan ved destillation deles i forskellige fraktioner: gas, motorbenzin, dieselolie, skibsbrændstof, asfalt, paraffin etc. Hver fraktion består selv af mange forskellige stoffer, men de har alle kogepunkt inden for et snævert interval. I den nævnte orden ca. fra -10°Celsius til 300°C .

navne

trivialnavne er navne, der fra gammel tid har været i brug (sprit, eddikesyre, isoocctan etc.). De fortæller ikke noget om sammensætningen, det gør IUPAC-navnene (også kaldet de systematiske navne). Alkanernes forstavelser går igen i alle de øvrige forbindelsers navne. Eks.: ethan C_2H_6 , **ethen** (en **alken** med $n = 2$), **ethyn** (en **alkyn** med $n = 2$) og **ethanol** (en alkohol).

SYSTEMATISKE NAVNE

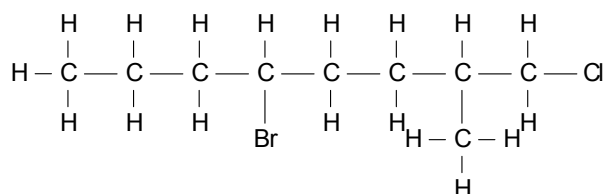
n	alkanens navn	alkanens formel
1	methan	CH ₄
2	ethan	C ₂ H ₆
3	propan	C ₃ H ₈
4	butan	C ₄ H ₁₀
5	pentan	C ₅ H ₁₂
6	hexan	C ₆ H ₁₄
7	heptan	C ₇ H ₁₆
8	octan	C ₈ H ₁₈
9	nonan	C ₉ H ₂₀
10	decan	C ₁₀ H ₂₂
11	undecan	C ₁₁ H ₂₄
12	dodecan	C ₁₂ H ₂₆
13	tridecan	C ₁₃ H ₂₈

Dette er de første uforgrenede carbonhydrider.

Sidegrupper eller atomer, der erstatter et H-atom i et carbonhydrid, nævnes alfabetisk. Foran gruppen (atomer) sættes det tal, der angiver på hvilket nummer C-atom, det sidder. Der nummereres således, at der fås så små numre som muligt (ved flere grupper: sum af numre så lille som muligt)

Er der flere ens sidegrupper angives antallet med forstavelserne di, tri, tetra, penta osv. (for hhv. 2, 3, 4 og 5).

Eks.: octan med chlor-atom på første C-atom, bromatom på femte C-atom og en methylgruppe på andet C-atom hedder: 5-brom-1-chlor-2-methyloctan. Det har følgende "skelet"



(slut)