

Guldbog Kemi C

Copyright © 2016 af Mira Backes og Christian Bøgelund.

Alle rettigheder forbeholdes. Mekanisk, fotografisk eller elektronisk gengivelse af denne bog eller dele heraf er uden forfatterernes skriftlige samtykke forbudt ifølge gældende dansk lov om opHavsret.

Printet i Danmark af LaserTryk.

Udgave 2 oplag 1

ISBN: 978-87-998887-1-9

Indholdsfortegnelse

De 10 gyldne bud	8
Stoffers opbygning	9
Modellering	27
Blandbarhed	40
Mængdeberegning	45
Kemiske reaktioner	53
Den kemiske metode	59
Opgaveskrivning	68
Stikordsregister	72
Noteskrivning	75

Forord

Baggrunden for denne bog kan bedst beskrives ved hjælp af en historie.

Midt i 2.G havde jeg (Christian) lige fået en ny kemilærer. Lad os kalde hende Anna. Anna var en kvinde, der, for at sige det mildt, havde styr på tingene. Når man havde Anna, skulle man være klar og præcis, og undskyldninger var for hende en by i Rusland. Da hun lige havde fået os som elever, følte Anna ikke, at hun kunne bedømme os på vores indsats i timerne. Derfor valgte Anna at bruge en test, til at give karakterer ud fra.

Det passede så perfekt med, at den test var min suverænt dårligste i løbet af året. For at gøre en lang historie kort endte der med at stå et stort, fedt 4-tal som min 2. standpunktskarakter. (Dette var mit første 4-tal nogensinde i standpunktskarakter, så jeg var mildest talt frustreret).

Jeg bestemte mig derfor for at arbejde hårdt for at få mit 4-tal til at forvandle sig til et tocifret tal. Da jeg ikke selv kendte magiske tricks eller voodoo-kunstnere, blev min løsning at læse hele min kemibog (200 sider) igennem (også det, vi endnu ikke var nået til i klassen) og lave samtlige opgaver. Ved bogens afslutning havde jeg 20 siders noter, der beskrev bogens hovedpointer, definitioner og sammenhænge.

Da jeg sad med word-dokumentet efter timevis af læsning og kunne ånde lettet op, tænkte jeg: "Hvad nu hvis jeg fra starten bare havde kunnet læse de 20 sider og fået alt den viden, jeg lige har tilegnet mig så meget lettere?" Og så begyndte jeg at tænke på alle de andre

ting, jeg kunne have brugt min tid på i stedet for kemi-læsning.

Resultatet af mine og min medforfatter Miras noter og viden samt diverse fagbøger blev denne bog "Guldbog Kemi C". Vi har formuleret pensummet for Kemi på C-niveau i et så letforståeligt sprog som muligt. Formålet er, at du som læser kan få et let og hurtigt overblik over pensum på C-niveau i kemi. Og ja, den karakter, jeg endte med at gå ud af 2.G med, var 12.

Senere har vi udgivet Guldbog Religion C og Guldbog Fysik C - vores bøger kan ses på www.guldbog.dk

OBS: Det kan ske, at dit gymnasium har andet supplerende stof (som dog kun udgør 10% af undervisningen), men vi har bestræbt os på at nå så vidt omkring som muligt uden at gå på kompromis med længden på bogen. Der kan af denne grund være et par småting, vi har udeladt.

For en god ordens skyld: Eksamen er dit ansvar og guldbogen er din hjælp. Vi kan naturligvis ikke holdes ansvarlige for de karakterer, du får.

Hvis du finder ting, du synes bør indsættes og/eller ændres, må du meget gerne skrive til info@guldbog.dk.

Vi håber, at du får glæde af bogen!

Vi ønsker god læse- og læringslyst
- Mira og Christian

Hvad du skal kunne i Kemi på C-niveau

Undervisningsministeriet har opstillet en række krav, som elever bliver bedømt på i faget kemi på C-niveau. Nedenfor kan du læse dem, som de står på undervisningsministeriets hjemmeside:

Hvad undervisningsministeriet skriver

Eleverne skal kunne:

- beskrive stoffers opbygning og simple kemiske reaktioner
- benytte kemisk fagsprog
- relatere observationer, model- og symbolfremstillinger til hinanden
- udføre enkle kemiske beregninger
- udføre kemiske eksperimenter med simpelt laboratorieudstyr
- omgås kemikalier på forsvarlig vis
- registrere og efterbehandle data og iagttagelser fra eksperimenter
- beskrive og forklare eksperimenter såvel mundtligt som skriftligt
- indhente og anvende kemisk information fra forskellige kilder
- formidle og perspektivere den opnåede faglige viden
- demonstrere viden om fagets identitet og metoder
- identificere og beskrive enkle kemiske problemstillinger fra hverdagen og den aktuelle debat.

Hvad det betyder

Denne liste kan måske virke lidt uoverskueligt. Guldbogen er dog skrevet på en måde, så langt de fleste punkter er med.

Hvis du følger bogens indhold i løbet af året, vil du være godt klædt på til at opfylde fagets krav og derigennem forhåbentlig få et godt eksamensresultat.

Igennem hele bogen vil vi forklare forskellige fagtermer og figurer, som hører med til kernestoffet, så du er godt forberedt til eksamen. Guldbogen vil altså både være en guide til dig, når du står i en eksamenssituation, og når du bare har brug for at genlæse kernestof.

10 guldne bud

Hvis du kun skulle vide 10 ting om kemi på C-niveau, skulle det være...

1. Formlen $n = \frac{m}{M}$, der kan huskes med sætningen: Mågen over bjerget.
2. At neutroner er neutrale, protoner er positive, elektroner er negative.
3. At det periodiske systems hovedgrupper viser hvor mange elektroner grundstofferne har i yderste skal.
4. At syrer afgiver H^+ -ioner og at baser modtager dem.
5. At en binding med en elektronegativitetsforskel (ΔEN) på 0,5 eller over er polær, og at en under 0,5 er upolær.
6. At elektronprikformler viser antal elektroner rundt om enkelte atomer, og at stregformler viser bindinger mellem atomerne.
7. At grundstoffer forsøger at opfylde oktet- eller dubletreglen. Dvs. de tilstræber at få 8 eller 2 elektroner i yderste skal.
8. Navngivning af alkaner og herunder huskesætningen **“Med et par bukser på har han også numsen dækket”**.
9. Formlerne for pH: $pH = -\log([H_3O^+])$, $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ og vands ionprodukt: $1,0 \cdot 10^{-14}$ mol.
10. At du skal formulere dig kort og præcist.

Stoffers opbygning

Du vil i dette afsnit lære om atomer og det periodiske system.

Atom

Et atom er opbygget af subatomare partikler (meget små partikler):

- **N**eutroner (som er **n**eutrale)
- Elektroner (som er negative)
- **P**rotoner (som er **p**ositive)

Neutroner, protoner og elektroner har forskellige vægte og ladninger:

Stof	Vægt	Ladning
Neutron	1,008664 u	0
Elektron	0,000549 u	-
Proton	1,007276 u	+

Unit

u er en enhed og står for unit. Det er en meget lille enhed og det gælder at:

$$1 \text{ u} = 1,66053886 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Nukleon

Nukleoner er antallet af protoner plus antallet af neutroner inde i atomet. Nukleon er en almen betegnelse for atomkernen.

Kemiske egenskaber

De enkelte grupper i det periodiske system er kategoriseret ved, at de overordnet set de samme kemiske egenskaber. Kemiske egenskaber er de egenskaber, der kommer til udtryk under en kemisk reaktion, hvor et stofs kemiske opbygning eller karakteristika ændres. Det er for eksempel opbygning, opløselighed, kogepunkt eller pH.

Det periodiske system

Det periodiske system er et system, der viser alle grundstoffer. Det periodiske system er inddelt i rækker og kolonner. Rækkerne bliver kaldt perioder, mens kolonnerne bliver kaldt grupper.

Grupperne 1-2 og 13-18 kaldes hovedgrupper og betegnes normalt med romertal. 13. gruppe kaldes derved 3. hovedgruppe (III), 14. kaldes 4. (IV) osv. Grupperne 3-12 kaldes undergrupper.

For hovedgruppegrundstoffer gælder, at antal elektroner i yderste skal er lig med hovedgruppens nummer. Eksempelvis har natrium og kalium 1 elektron i yderste skal, beryllium og magnesium 2 elektroner i yderste skal og så videre.

Bemærk, at den eneste undtagelse er helium, som er i 8. hovedgruppe, men har 2 i yderste skal.

Perioderne beskriver, hvor mange skaller grundstoffet har, sådan at 1. periode har 1 skal, 2. periode har 2 skaller osv.

Forskellige grupper af grundstoffer

Som det er markeret med farver ovenfor, er det periodi-

	I	II												III	IV	V	VI	VII	VIII
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14	15	16	17	18
1	1 H																		2 He
2	3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo	

ske system delt op i forskellige typer grundstoffer, indelt efter deres placering i det periodiske system.

De kan overordnet set deles op i 2 dele: Metaller og ikke-metaller, herunder ædelgasser.

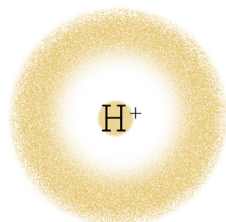
Undergrupper

I undergrupper (grupperne 3-12) har grundstofferne både elektroner i yderste og næstyderste skal. Her er grundstofferne ikke ordnet på samme måde som i hovedgrupperne. Til gengæld ligner grundstoffer i de forskellige undergrupper hinanden en del.

Elektronsky

Man kan ikke bestemme præcist, hvor en elektron vil være omkring et atom. Men man kan vide, hvor den højst sandsynligt vil være. Dette illustrerer man ved hjælp af en elektronsky:

Hver prik beskriver en mulig position for et elektron. Jo tættere prikkerne er, jo højere er sandsynligheden for, at elektronerne er på det punkt på et tilfældigt tidspunkt. Elektronerne er altså jævnt fordelt i Cl^- end i H^+ .



Skaller og Orbitaler

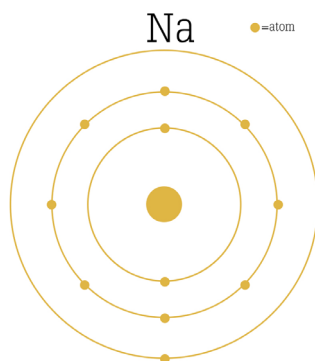
Niels Bohrs atommodel

For at få en bedre viden om atomer, er det praktisk at vide noget om skaller. Hvilken energitilstand elektronen er i, og hvor i et atom elektronen befinder sig, bliver beskrevet af skaller. Den klassiske måde at illustrere atomer på er ved hjælp af Niels Bohrs atommodel (som vist til højre). Her er elektronerne placeret i forskellige ringe rundt om atomet. Skallerne bliver nummereret indefra med tallene 1,2,3 osv.

Modellen er god til at forstå atomets generelle opbygning, men er dog forsimplet. Reelt befinder elektroner sig ikke i faste ringe, men i elektronskyer, som førnævnt.

Isotoper

Hvilket grundstof, der er tale om, bliver bestemt af antallet af protoner i nukleonen. Hvilket isotop (variant) af grundstoffet, der er tale om, bliver bestemt af antallet af neutroner. De grundstoffer, man finder i det periodiske system, er de isotoper, man hyppigst finder i virkeligheden.



Stabile isotoper har lige mange neutroner som protoner, mens ustabile enten har flere eller færre neutroner end protoner.

Tilstandsformer

Grundstoffer kan være i forskellige tilstandsformer. For at kategorisere dem, eksempelvis i reaktionsskemaer, navngiver man disse tilstandsformer. Forkortelserne kommer fra engelsk, og skrives efter stoffet i parentes.

Tilstandsform	Forkortelse
Fast stof	s (solid)
Væske	l (liquid)
Gas	g (gas)
Opløst i vand	aq (aqua)

Eksempel: NaCl (s), hvis natriumchlorid er fast.

Guld-korn: Tilstandsformer

Tilstandsformer er primært bestemt af temperatur, som påvirker et stof gennem vibration af stoffet på atom-niveau. Det bestemmes dog også af trykket.

Ioner

Når et atom afgiver eller modtager et eller flere elektroner, siger man, at det er på ionform. Hvis et stof modtager en elektron, er stoffet negativt og kaldes en anion. Hvis den afgiver en elektron, er stoffet positivt og kaldes en kation. Denne sammenhæng fremkommer, da elektroner er negativt ladede. En ions ladning skrives løftet efter grundstoffet, fx H^+ .

Oktet- og dubletreglen

Når ioner indgår i en binding, forsøger de at opfylde oktet- eller dubletreglen. Dette gør de for at ligne ædelgasserne, som er mere stabile og meget sjældent reagerer med andre stoffer. Ædelgasserne er de grundstoffer, der er i 8. hovedgruppe samt helium, som opfylder dubletreglen.

Oktetreglen betyder, at grundstoffer forsøger at få 8 elektroner i yderste skal. Dubletreglen betyder, at de forsøger at få 2 elektroner i yderste skal. Størstedelen af grundstoffer forsøger at opfylde oktetreglen.

Simple Ioner

Simple ioner er enkelte atomer, der har afgivet eller modtaget et eller flere elektroner. Tabellen på næste side viser de mest almindelige ioner:

Positiv ion formel	Positiv ion navn	Negativ ion formel	Negativ ion navn
Al^{3+}	aluminiumion	Br^-	bromid
Ba^{2+}	bariumion	Cl^-	chlorid
Ca^{2+}	calciumion	F^-	fluorid
Cr^{3+}	chrom(III)ion	H^-	hydrid
H^+	hydrogenion	I^-	iodid
Fe^{2+}	jern(II)ion	O^{2-}	oxid
Fe^{3+}	jern(III)ion	O_2^{2-}	peroxid
K^+	kaliumion	P^{3-}	phosphid
Cu^+	kobber(I)ion	S^{2-}	sulfid
Cu^{2+}	kobber(II)ion		
Mg^{2+}	magnesiumion		
Na^+	natriumion		
Pb^{2+}	bly(II)ion		
Ag^+	sølvion		
Zn^{2+}	zinkion		

Sammensatte Ioner

Sammensatte ioner er flere atomer, der er bundet sammen ved såkaldte kovalente bindinger. Sammensatte ioner er ligesom simple ioner enten positivt eller negativt ladede.

De sammensatte ioner har forskellige navne. De fleste sammensatte ioner betegnes med et ikke-systematisk navn og skal derfor huskes udenad.

Ion	Navn
NH_4^+	ammonium-ion
H_3O^+	oxonium-ion
CO_3^{2-}	carbonat
HCO_3^-	hydrogencarbonat
CrO_4^{2-}	chromat
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	dichromat
OH^-	hydroxid
NO_2^-	nitrit
NO_3^-	nitrat

Ion	Navn
PO_4^{3-}	phosphat
SO_3^{2-}	sulfit
HSO_3^-	hydrogensulfit
SO_4^{2-}	sulfat
HSO_4^-	hydrogensulfat
CH_3COO^-	acetat

Navngivning af ionbindinger

- Hvis den kemiske forbindelse er opbygget af to ens grundstoffer, gives den samme navn som grundstoffet.
- Hvis den kemiske forbindelse består af to forskellige grundstoffer, tilføjes “-id” som suffiks (endelse) (HCl=hydrogenchlorid).
- Ionforbindelserne skrives op med de positive ioner først, efterfulgt af de negative ioner. (NaCl, ikke ClNa).
- Hvis et stof kan danne flere forskellige ioner, skrives det med romertal i parentes efter (Jern (III)). Dette udtales “Jern tre”.

Hvis der er flere atomer af hvert grundstof, skriver man det med følgende præfixer:

Tal	Præfix
1	Mono-
2	Di-
3	Tri-
4	Tetra-
5	Penta-
6	Hexa-
7	Hepta-
8	Octa-
9	Nona-
10	Deca-

Eksempel

NaNO_3 hedder natriumnitrat.

Forklaring: Natrium er Na^+ og NO_3^- er nitrat.

N_2O_3 hedder dinitrogentrioxid.

Forklaring: Der er 2 N (N_2): Di-nitrogen og 3 O (O_3): tri-oxygen. Afsluttes med "id", da der er 2 forskellige grundstoffer.

BF_3 hedder bortriflourid.

Forklaring: Der er 1 B (B): Bor og 3 F (F_3): tri-flourid. Der tilføjes "-id", da der er 2 forskellige grundstoffer.

Bindinger

Ionbinding

Ionbindinger er bindinger mellem positive metal-ioner og negative ikke-metalioner (eller sammensatte ioner), så forbindelsen bliver neutral. En ionbinding kan derved ikke være hverken positiv eller negativt ladet.

Kovalente bindinger

For at opfylde dublet- og oktetreglen kan stoffer indgå i en kovalent binding. En kovalent binding betyder, at stofferne indbyrdes deler deres elektroner. Desto flere kovalente bindinger et molekyle har, desto mere ustabil bliver det.

Der findes flere forskellige typer kovalente bindinger: Enkelt-, dobbelt- og trippelbindinger:

Enkeltbinding

Der deles 1 elektron fra hvert atom. Disse bindinger er generelt meget stabile.

Dobbeltbinding

Der deles 2 elektroner fra hvert atom. Disse bindinger er generelt mindre stabile.

Trippelbinding

Der deles 3 elektroner for hvert atom. Disse bindinger er generelt meget ustabile.

Molekylebinding

Molekylebindinger er mellem 2 ikke-metalioner.

Iongitter

Når ioner lægger sig i et iongitter, er hver ion omgivet af et antal ioner med modsat ladning. Dette kaldes også et krystal.

Metalbinding

Metalbindinger er mellem metalioner, der pakker sig tæt i et metalgitter. De er her omgivet af ioner med modsat ladning. De holdes sammen af elektroner fra en fælles elektronsky.

Hydrogenbinding

Hydrogenbindinger er nogle af de stærkeste molekylebindinger. Hydrogenbindinger består af et hydrogenatom bundet til enten et fluor-, oxygen-, eller nitrogen-atom. Forskellen mellem elektronegativiteten i hydrogenbindinger er meget stor, og derfor er det en meget kraftig binding.

Guldkorn: Londonbindinger

Londonbindinger opstår, når elektroner omkring upolære molekyler forskydes. Ved denne forskydning i elektronskyen dannes der skiftende nogle poler, som skaber en polær binding mellem to ellers upolære stoffer. Londonbindinger tæller til de svage bindinger.

Bindingsvinkler

I molekyler kan der optræde både frie elektronpar og bundne elektronpar. Elektroner placerer sig altid længst væk fra hinanden, da de frastøder hinanden pga deres ladning. De ubundne elektronpar har en stærkere frastødningskraft end de bundne, hvilket resulterer i molekyler som vand med en vinklet opbygning.

Kovalente bindinger har forskellige strukturformer, der

har at gøre med, hvordan bindingerne er opbygget. Den optimale opbygning for stoffer er en bindingsvinkel på $109,5^\circ$. Det sker dog, at stoffer ændrer deres bindingsvinkler for at opnå maksimal stabilitet.

Bindingsvinkler	Rumlig struktur
$109,5^\circ$	Tetraeder
$107,3^\circ$	Pyramide
$104,5^\circ$	Vinklet

Tetraeder

Hvis der 0 udelte elektronpar, er den opbygget som en tetraeder. NH_4 er fx. opbygget som en tetraeder.

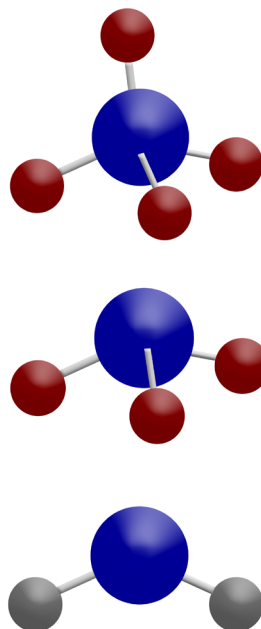
Pyramide

Hvis der 1 udelt elektronpar, er den opbygget som en pyramide. NH_3 er fx. opbygget som en pyramide.

Vinklet

Hvis der 2 udelt elektronpar, er den opbygget vinklet. H_2O er fx. opbygget vinklet.

Der findes dog undtagelser fra reglerne.



Syrer og baser

En syre er et stof, der kan afgive H^+ -ioner (hydroner) (fx HCl). Jo flere H^+ -ioner, syren kan afgive, jo stærkere er den.

En base er et stof, der kan modtage H^+ -ioner (fx HNO_3). Jo flere H^+ -ioner, basen kan modtage, jo stærkere er den.

pH-værdi

pH (pondus Hydrogenii) kommer fra latin og betyder "vægtning af hydrogenioner". pH-værdien er mellem 0 og 14 og viser, hvor sur eller basisk en opløsning er. H^+ -ioner kaldes hydroner og gør en blanding sur. Jo flere H^+ -ioner, der er i blandingen, jo tættere på 0 er pH-værdien og jo færre H^+ -ioner der er, jo højere er pH-værdien altså.

Hvis man har enten den aktuelle stofmængde af H_3O^+ eller pH-værdien kan den anden værdi udregnes:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

eller

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

Dette kommer af, at en syre afgiver hydroner, altså H^+ -ioner, som reagerer med vandet og danner H_3O .

Guldkorn: pOH

En base afgiver OH^- . Der findes derfor (ligesom pH) en værdi, der kaldes pOH.

$$pOH = -\log[OH^-]$$

Adderer man pOH- og pH-værdien af en opløsning ved 25

grader, får man 14, hvilket svarer til den højeste værdi på pH-skalaen. Man kan derfor udregne pOH-værdien som $14 - \text{pH} = \text{pOH}$.

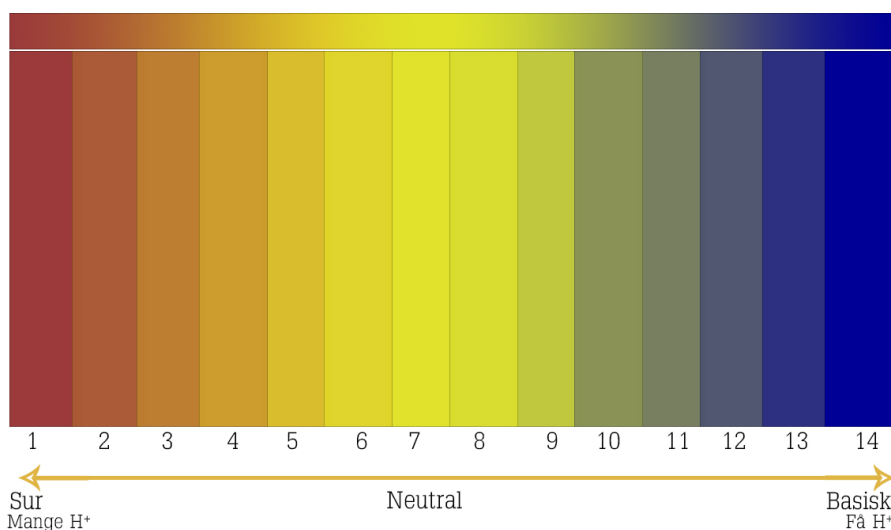
Vands ionprodukt

Hvis man multiplicerer antallet af H_3O^+ -ioner og OH^- , fås følgende:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}$$

Hvis man har oplyst antal af H_3O^+ -ioner eller OH^- -ioner kan det udregnes:

$$\frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \text{OH}^- \quad \text{eller} \quad \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \text{H}_3\text{O}^+$$



Guldkorn: Huskeregel

Sætningen her er en måde at huske, hvad der er surt, og hvad der er basisk på pH-skalaen:

"You think you're a ten? Well maybe on the pH scale, because you're basic (basic=basisk)"

Stærke og svage syrer og baser

En stærk syre og en stærk base bliver fuldt ioniseret i en opløsning. Den går altså på fuldstændig ionform. Det vil sige, at hele syren reagerer. En svag syre eller base går kun delvist på ionform, og det er altså ikke alt af syren, der reagerer.

Tabellen nedenfor viser de mest almindelige syrer og dertilhørende baser.

Korresponderende syre og base

Når et stof har optaget en H^+ -ion, opfører det sig som en base. Det stof, det er omdannet til, kaldes den "korresponderende base". Det sker på samme måde med den korresponderende syre. Fx. er vands (H_2O) korresponderende syre H_3O^+ og dens korresponderende base er OH^- .

Syre navn	Syre fomel	Base navn	Base formel
saltsyre	HCl	chlorid	Cl^-
svovlsyre	H_2SO_4	hydrogensulfat	HSO_4^-
salpetersyre	HNO_3	nitrat	NO_3^-
oxonium-ion	H_3O^+	vand	H_2O
hydrogensulfat	HSO_4^-	sulfat	SO_4^{2-}
pHospHorsyre	H_3PO_4	dihydrogenphosphat	$H_2PO_4^-$
citronsyre (1)	$H_3C_6H_5O_7$		$H_2C_6H_5O_7^-$

Syre navn	Syre fomel	Base navn	Base formel
ethansyre	CH_3COOH	acetat	CH_3COO^-
citronsyre (2)	$\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7^-$		$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{2-}$
carbonsyre	H_2CO_3	hydrogen-carbonat	HCO_3^-
citronsyre (3)	$\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7^{2-}$		$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$
dihydrogen-phosphat	H_2PO_4^-	hydrogenp-hosphat	HPO_4^{2-}
ammonium	NH_4^+	ammoniak	NH_3
hydrogen-carbonat	HCO_3^-	carbonat	CO_3^{2-}
hydrogenp-hosphat	HPO_4^{2-}	phosphat	PO_4^{3-}
vand	H_2O	hydroxid	OH^-

Amfolyt

Nogle stoffer kan fungere både som syrer og baser. Disse kaldes amfolytter og er for eksempel H_2O , der både kan afgive eller modtage en H^+ -ion (også kaldet en hydron).

Liste over amfolytter

Amfolyttens navn	Syrens formel	Basens formel
dihydrogenphosphat	H_2PO_4^-	HPO_4^{2-}
hydrogensulfit	HSO_3^-	SO_3^{2-}
hydrogencarbonat	HCO_3^-	CO_3^{2-}
hydrogenphosphat	HPO_4^{2-}	PO_4^{3-}
hydrogensulfid	HS^-	S^{2-}
vand (hydrogen dioxid)	H_2O	OH^-

Husker du...?

- Kovalente bindinger
- Ionbindinger
- Det periodiske system
- Oktet- og dubletreglen
- pH-værdi

Modellering

Modellering handler om, hvordan man illustrer molekyler og deres opbygning.

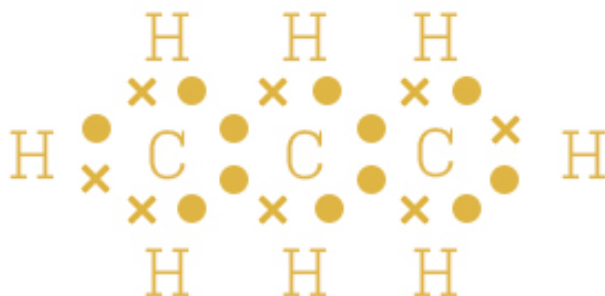
Stregformel

En stregformel viser et molekyles opbygning. Enkeltbindinger markeres med 1 streg, dobbeltbindinger med 2 streger osv. Stregformlen viser, hvordan molekylets enkelte atomer er indbyrdes forbundet.



Prikformel

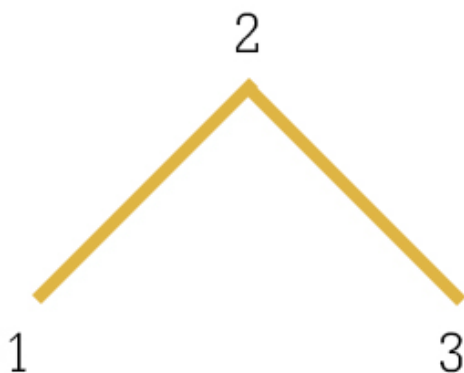
En prikformel viser, ud over molekylestrukturen, også hvor mange elektroner, der er i bindingerne. I nedenstående figur er hydrogens elektroner tegnet som krydser, mens carbons elektroner er tegnet som cirkler.



Alle atomer i eksemplet opfylder dublet- eller oktetreglen. Alle H-atomer har 2 elektroner omkring sig og alle C-atomer har 8 omkring sig.

Strukturformel

En grafisk fremstilling af et molekyles opbygning, hvor hver punkt udgør et C-atom. Strukturformler bruges ofte kun til store molekyler eller for at vise isomeri, da det ellers vil blive for uoverskueligt.



Molekyleformel

Molekyleformlen angiver kun moleklets sammensætning.



Isomeri

Grundstoffer, der har flere forskellige kemiske opbygning på trods af samme molekyleformel, kaldes isomer. Der findes grundlæggende 2 former for isomeri; Struktur- og stereo-isomeri.

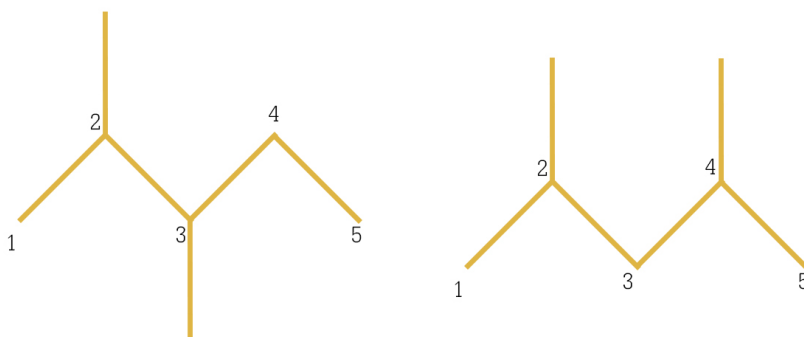
Struktur-isomeri

Under struktur-isomeri ligger forskellige former for isomeri:

Stillings-isomeri

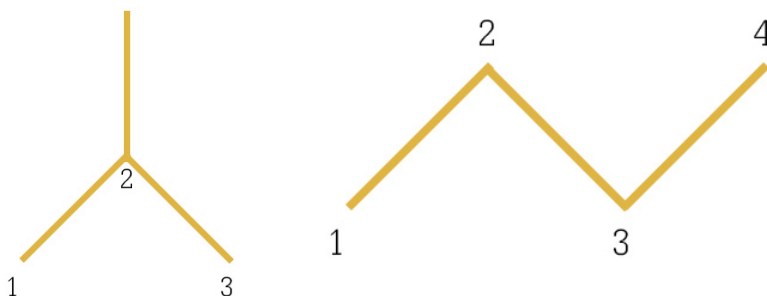
Her kan den samme gruppe af atomer placeres to forskellige steder på et stof.

Eksempelvis 2,3-pentan og 2,4-pentan:



Kædeisomeri

Stoffer, som består af den samme carbonhydrid kæde, men med forskellig opbygning. Eksempelvis 2-methylpropan og butan, som kan ses på næste side.



Funktionsisomeri

Selvom der er den samme sumformel, kan der dannes forskellige funktionelle grupper.

Stereoisomeri

I stereoisomeri er der tale om en anden rumlig opbygning. Under stereoisomeri klassificerer man typisk:

Geometrisk isomeri

Kaldes også cis-trans-isomeri. Optræder omkring dobbeltbindinger, hvor 2 eller 3 grupper omkring en dobbeltbinding er de samme. Ved en cis-forbindelse er de to ens grupper placeret på den samme side af dobbeltbindingen. Ved en transforbindelse er de modsat hinanden.

Guldkorn: E-Z-isomeri

Hvis ingen af molekylerne/atomerne er ens, skal der et andet system til for at navngive molekylets opbygning. Man gør her brug af bogstaverne E (entgegengezetzt), som betyder modsat og Z (zusammen) hvilket betyder samme side (samme side).

For at kunne vide hvilken opbygning, der er tale om, har man givet forskellige molekyler og atomer værdier. Hvis atomerne/molekylerne med den største værdi er på den samme side af dobbeltbindingen, er der tale om en Z-binding. Hvis de to atomer/molekyler med den største værdi er modsat hinanden, tales der om en E-dobbeltbinding.

Værdierne kan du finde i tabellen, hvor den med det højeste tal er højest prioritet og omvendt:

1) I	10) COOCH_3
2) Br	11) COOH
3) Cl	12) COCH_3
4) SH	13) CHO
5) F	14) CH_2OH
6) OCH_3	15) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
7) OH	16) CH_2CH_3
8) NH_2	17) H
9) CH_2SH	

Chiralitet

Chiralitet (kiralitet) bliver også kaldet spejlbilledeisomeri. Betegnelsen bruges om to stoffer med samme molekyleformel, der er et spejlbillede af hinanden, som din højre og venstre hånd.

Kiralitet opstår ofte omkring et chiralt center (C-atom med fire forskellige grupper).

Carbonhydrider

Carbon er et af de mest bindingsvillige stoffer, da det har 4 elektroner i den yderste skal. Alle organiske forbindelser indeholder carbon.

Carbonhydrider er molekyler, der udelukkende indeholder carbon (C) og hydrogen (H).

Alkan

En alkan er en organisk kemisk forbindelse, som består af carbon-atomer bundet til hinanden med kovalente **enkeltbindinger**, sådan at de danner en kæde. Alkaner indeholder derudover H-atomer, der binder sig til carbonatomets ledige elektroner.

Alkener

En alken er en organisk kemisk forbindelse, som består af carbon-atomer bundet til hinanden med kovalente enkeltbindinger samt en eller flere **dobbeltbindinger**. Navngivningen fungerer på samme måde som alkaner, dog slutter de på "-en". Dobbeltbindingen vises ved en navngivning af den binding, der er en dobbeltbinding.

Alkyn

En alkyn er en organisk kemisk forbindelse, som består af carbon-atomer bundet til hinanden med kovalente enkeltbindinger samt en eller flere **trippelbindinger**. Alkyner er generelt meget ustabile og findes derfor sjældent naturligt. Alkyner slutter med "-yn".

Reaktionsvillighed

Alkaner er reaktionstræge, dvs. at de ofte har svært ved at reagere med andre stoffer. Det skyldes, at de kun indeholder enkeltbindinger og derfor er meget stabile.

Alkener og alkyner er derimod reaktionsvillige, da de indeholder dobbelt- og trippelbindingerne, som lettere kan brydes.

Navngivning af carbonhydrider

Når carbonhydrider skal navngives, bruger man længden på hovedkæden (den længste kæde af carbonatomer (C'er) i molekylet):

Hovedkæde	Formel	Sidekæde	Antal C'er
Metan	CH_4	Methyl	1
Ethan	C_2H_6	Ethyl	2
Propan	C_3H_8	Propyl	3
Butan	C_4H_{10}	Butyl	4
Pentan	C_5H_{12}	Pentyl	5
Hexan	C_6H_{14}	Hexyl	6
Heptan	C_7H_{16}	Heptyl	7
Octan	C_8H_{18}	Octyl	8
Nonan	C_9H_{20}	Nonyl	9
Decan	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Decyl	10

Guldkorn: Huskeregel

En måde at huske de 10 første hovedkædenavne på er gennem sætningen:

"Med **et** par **bukser** på **har** han også **numsen** dækket"
Altså: **M**ethan, **e**than, **p**ropan, **b**utan, **p**entan, **h**exan, **h**ep-
tan, **o**ctan, **n**onan og **d**ecan.

Sidekæder

Ud fra carbon-atomerne i hovedkæderne kan der sidde såkaldte sidekæder. Disse sidekæder skal også nævnes, når carbonhydridet skal navngives.

Vær opmærksom på, at hvis der bliver sat en sidekæde på en hovedkæde, kan dette resultere i en ny hovedkæde.

Formel

Alkan

Antal H-atomer i en alkan beregnes $2 \cdot n + 2$, hvor n er antal C-atomer.

Alken

Antal H-atomer i en alken beregnes $2 \cdot n$, hvor n er antal C-atomer.

Alkyn

Antal H-atomer i en alkyn beregnes $2 \cdot n - 2$, hvor n er antal C-atomer.

Alkaners kemiske egenskaber

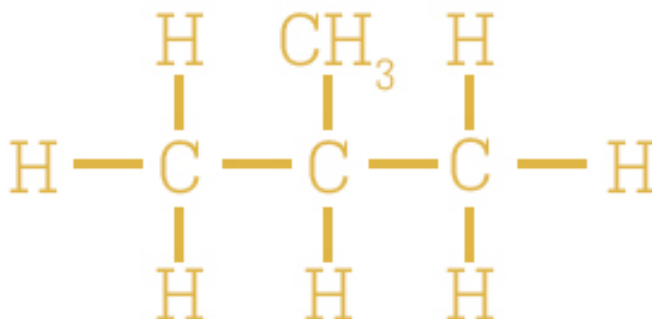
Alkaners kogepunkt bliver bestemt af hovedkædens længde og af antallet af sidekæder. Jo længere hovedkæden er, jo højere er dens kogepunkt. Ud over det vil alkaner med en forgrenet kæde (sidekæder) have et lavere kogepunkt, da deres struktur er mere kompakt.

Navngivning af alkaner

Navngivning af alkaner er som følgende:

1. Find den længste kæde (hovedkæden) og navngiv den.
2. Find og navngiv sidekæder. Husk, at de altid ender på -yl fx methyl.
3. Hvis der er 2 ens sidekæder skrives di- foran fx di-methyl. Ved 3 ens skrives tri- osv.
4. Nummerer C-atomerne i den længste kæde. De C-atomer, som sidekæderne er bundet til, skal have så lavt et nummer (placeringstal) som muligt.
5. Skriv navnet: placeringstal - sidekædenavn, hovedkædenavn.
6. Hvis der er flere forskellige sidekæder, skrives de i alfabetisk rækkefølge.

Eksempel

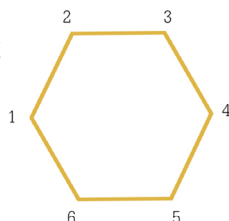


1. Den længste kæde består af 3 carbonatomer.
2. Der er en sidekæde på 2. carbonatom, som hedder methyl, da der er 1 carbonatom og tre hydrogenatomer.
3. Der er kun 1 sidekæde.
4. Irrelevant, da den er symetrisk.
5. 2-methylpropan (2 pga. tallet på carbonatomet sidekæden er bundet til, methyl da sidekæden har 1 C-atom og propan, da hovdekæden består af 3 carbonatomer).
6. Irrelevant.

Stoffet hedder altså 2-methylpropan (udtales "to-methylpropan").

Cyclo

Cyclo er et præfix, det vil sige, noget man skriver før et ord. Det fortæller, at et alkan, alken eller alkyn er opbygget som en cirkel og altså er et lukket system. Denne strukturformel viser en cyclo-heptan.



Cis og trans

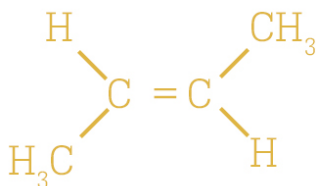
Der er ikke drejelighed omkring en dobbeltbinding, dvs at bindingerne ikke kan skifte side. Derfor skal begreberne cis og trans indføres.

Cis har en s-lyd og betyder, at de to grupper sidder på **s**amme **s**ide af dobbeltbindingen

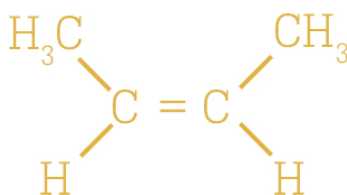
Trans betyder, at de to grupper sidder på **t**værs. Trans er mere stabilt end cis.

Eksempel

Trans-but-2-en.



Cis-but-2-en.



Guldorn: Huskeregel

Trans er på **t**værs.

Cis er det **s**amme.

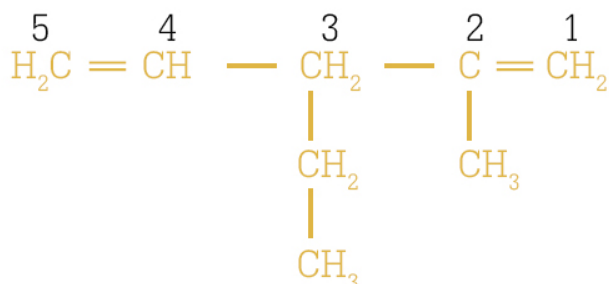
Navngivning af alkener

Når alkener skal navngives, følger man de samme regler som med alkaner. De slutter dog på "en" i stedet for "an". Ud over det skal man nævne hvor på carbonhydridet, dobbeltbindingen optræder.

Det gør man som følger:

1. Find den længste kæde (hovedkæden) og navngiv den.
2. Find og navngiv sidekæder. Husk, at de altid ender på -yl fx methyl.
3. Find dobbeltbindinger.
4. Find ud af, om det er Cis-eller trans-opbygning.
5. Hvis der er 2 ens sidekæder skrives di- foran fx di-methyl. Ved 3 ens skrives tri- osv.
6. Nummerer C-atomerne i den længste kæde. De C-atomer, som sidekæderne er bundet til, skal have så lavt et nummer (placeringstal) som muligt.
7. Skriv navnet: Cis/trans placeringstal – sidekædenavn, hovedkædenavn, dobbeltbindingens placering.
8. Hvis der er flere forskellige sidekæder, skrives de i alfabetisk rækkefølge.
- 9.

Eksempel



1. Der er 5, derfor pentan.
2. På 3.-positionen er en ethyl-binding og på 2.-positionen en methyl.
3. På 1. og 4.-positionen er der dobbeltbindinger.
4. Hverken eller.
5. Irrelevant.
6. Vi nummererer fra højre mod venstre, da ethylbindingen er på 2.positionen.

Stoffet hedder altså pent-3-ethyl-2-methyl-1,4-en.

Husker du...?

- Navngivning af carbonhydrider
- Stregformel
- Molekyleformel
- Cis- og transisomeri
- Alkaner, alkener og alkyner

Blandbarhed

I dette kapitel vil du lære, hvilke stoffer der kan blandes sammen og grunden til, at de kan det.

Polaritet

Elektronegativitet beskriver, hvor godt et atom er til at tiltrække elektroner fra andre atomer. I HCl er elektronparret oftest ved chlor (Cl), hvorved Cl er mere elektronnegativ end H⁺. Cl har altså en større tiltrækningskraft, og derved er dens elektronegativitet større.

Hvis elektronegativitetsforskellen (Δ (Δ betyder forandring) EN) i en binding er på 0,5 eller over, er bindingen polær, og hvis den er under 0,5, er den upolær. I realiteten er denne tankegang dog forsimplet, da der er tale om en mere glidende overgang.

ELEKTRONEGATIVITET																	
I	II	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 2,1																
2	Li 1,0	Be 1,5															
3	Na 0,9	Mg 1,2															
4	K 0,9	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,4	V 1,5	Cr 1,6	Mn 1,6	Fe 1,7	Co 1,7	Ni 1,8	Cu 1,8	Zn 1,6	Ga 1,7	Ge 1,9	As 2,1	Se 2,4	Br 2,8
5	Rb 0,9	Sr 1,0	Y 1,2	Zr 1,5	Nb 1,5	Mo 1,6	Tc 1,8	Ru 1,8	Rh 1,8	Pd 1,8	Ag 1,6	Cd 1,6	In 1,6	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5
6	Cs 0,8	Ba 1,0	La 1,1	Hf 1,3	Ta 1,4	W 1,5	Re 1,7	Os 1,9	Ir 1,9	Pt 1,8	Au 1,9	Hg 1,7	Tl 1,6	Pb 1,7	Bi 1,8	Po 1,9	At 2,1
7	Fr 0,8	Ra 1,0	Ac 1,1														

Formel for elektronegativitet

$$\Delta EN = \text{Stof 2} - \text{stof 1}$$

Alt efter, hvordan et molekyle er opbygget, kan det have en eller flere poler.

Tabellen viser en oversigt over de forskellige elektronegativitetsforskelle, og hvad de betyder.

Elektronegativitets-forskel (ΔEN)	Polaritet
0	Upolær
0,1-0,5	Upolær/svagt polær
0,6-1,0	Polær
1,1-1,5	Stærkt polær
>2,0	Ionisk

Opløselighed

Blandbarhed sker efter princippet "Lige børn leger bedst". Det vil sige, at polære stoffer er letopløselige i polære væsker, og upolære stoffer er letopløselige i upolære væsker.

Da vand er polært, vil polære stoffer let kunne opløses i vand.

Eksempel

KBr er letopløseligt i H_2O , da ΔEN for H_2O er $3,5-2,1=1,4$, dvs. stærkt polær. ΔEN for CH_4 er $2,5-2,1=0,4$ og derfor ikke letopløseligt.

I nedenstående tabel står L for letopløselig og T for tungtopløselig.

	NH_4^+	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Ca^{2+}	Ba^{2+}	Pb^{2+}	Ag^+
NO_3^-	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Cl^-	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	T	T
Br^-	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	T	T
I^-	L	L	L	L	L		L		L	L	T	T
SO_4^{2-}	L	L	L	L	L	L	L	L	T	T	T	T
CO_3^{2-}	L	L	L	T	T		T		T	T	T	T
OH^-		L	L	T	T	T	T	T	T	L	T	T
S^{2-}	L	L	L	T	T	T	T	T	T	T	T	T
PO_4^{3-}	L	L	L	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Man kan ud fra denne tabel formulere 3 retningslinjer omkring opløselighed i vand:

1. Ionforbindelser indeholdende ammonium (NH_4), natrium-ioner (Na^+) og kalium-ioner (K^+) er letopløselige.
2. Nitrater (molekyler opbygget af nitrat-ion+metal-ion) er letopløselige.
3. Mange chlorider (Cl), bromider (Br), iodier (I) og sulfater (SO_4) er letopløselige.

Symmetri

Et upolært stof har ingen poler, mens et polært stof har poler. Selvom enkelte bindinger i stoffet kan være polære, kan stoffet som helhed være upolært. For eksempel har CO_2 polære bindinger, men er upolært, da det er lineært opbygget.

Placering

Hvis man blander to væsker sker det, at den ene væske vil lægge sig øverst, hvis de ikke kan blandes. Det, der bestemmer om den ene eller anden væske vil lægge sig øverst, er væskernes densiteter, altså deres vægt delt med rumfang. Hvis man blander olie og vand, vil olie lægge sig øverst. Det skyldes, at olies densitet er lavere end vands.

Mættethed

Når et stof tilføjes en blanding, vil stoffet gå på ionform, hvis det er opløseligt. Det er dog begrænset, hvor meget af et givent stof, en blanding kan optage, før den bliver mættet, og der dannes bundfald. Mættethed bestemmes af temperatur, hvilket stof der opløses, hvilket stof der opløses i, samt trykket.

Umættet

Der kan stadig tilføjes mere til blandingen uden at der dannes bundfald.

Mættet

Når blandingen indeholder den maksimalt opløselige mængde af et stof.

Overmættet

Når blandingen indeholder mere end den maksimalt opløselige mængde. Der dannes så bundfald.

Homogen blanding

En ensartet blanding. En flydende homogen blanding kaldes en opløsning.

Heterogen blanding

En blanding med forskellige dele. En blanding med bundfald er eksempelvis en heterogen blanding.

Husker du...?

- Elektronegativitet og elektronegativitetsforskel
- Opløselighedsgrad i vand
- Mættethed

Mængdeberegning

Mængdeberegning er en stor del af kemi på C-niveau. Du vil i dette afsnit lære om formler, definitioner og andre ting, du kan bruge, når du skal foretage mængdeberegninger.

Formelenhed

En formelenhed er den simpleste måde at skrive et stof på igennem de atomer, der indgår i det. Fx skrives salt NaCl.

Koefficienter

Hvor mange formelenheder af et givent stof der optræder i formlen. To formelenheder Na skrives: 2Na.

Mol

1 mol er betegnet som $6,02214 \cdot 10^{23}$ formelenheder af et givent stof. $6,02214 \cdot 10^{23}$ kaldes også Avogadros tal. Hvis man har 1 mol NaCl har man altså $6,02214 \cdot 10^{23}$ NaCl-molekyler.

Guldkorn: Carbon og mol

1 mol er defineret ud fra, at 1 mol af isotopen ^{12}C (carbon) har en vægt på 12 gram.

Units

1 unit svarer til $1,66053886 \cdot 10^{-27}$ kg. Både en neutron og en proton vejer omtrent en unit.

Liste over kemiske betegnelser, symboler og måleenheder:

Kemisk betegnelse	Symbol	Måleenhed	Dagligdags forklaring
Masse	m	g	Vægt
Molarmasse	M	$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ & $\frac{\text{mg}}{\text{mmol}}$	Massen af 1 mol af et stof
Stofmængde	n	mol	Hvor mange formelenheder af et givent stof, der optræder
Volumen	V	L (mL)	Rumfang
Densitet	ρ	$\frac{\text{g}}{\text{mL}}$ & $\frac{\text{kg}}{\text{L}}$	Forholdet mellem et stofs masse (vægt) og rumfang (volumen).
Molær	M	$\frac{\text{mol}}{\text{L}}$	Antal mol per liter
Stofmængdekonzentration	c	Molær $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$	Konzentration i mol per liter
Avogadros tal ($6,02214 \cdot 10^{23}$)	Na	mol	Definitionen på mol
Aktuel stofmængdekonzentration	[]	Molær	

Ækvivalente mængder

Hvis forholdet mellem stofmængderne er lig med forholdet mellem koefficienterne, siger man, at der er ækvivalente mængder:

Altså givet

$aA + bB \rightarrow gG + hH$ (små bogstaver er koefficienter og store er kemiske formler (fx. $2Na$)).

Hvis man vil have ækvivalente mængder af A og G, så skriver man

$$\frac{n(G)}{n(A)} = \frac{g}{a}$$

Formlen kan herefter omformes efter behov:

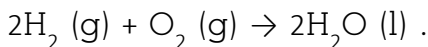
$$n(G) = \frac{g}{a} \cdot n(A)$$

eller

$$n(A) = \frac{a}{g} \cdot n(G)$$

Eksempel

Givet reaktionsskemaet



Hvis man vil have ækvivalente mængder H_2 og O_2 , udleder vi formelen. Det vil sige:

$$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{O}_2)} = \frac{2}{1}$$

Hvor 2 og 1 er H_2 og O_2 's koefficienter (de tal, der står foran dem). Hvis der er dobbelt så meget H_2 , som der er O_2 er der altså ækvivalente mængder.

Formler

Den mest brugte formel i kemi på C-niveau er følgende:

$$n = \frac{m}{M}$$

Formlen viser, at stofmængden n er lige med massen m delt med molarmassen M . Med måleenheder ser det ud som følgende:

$$n (\text{mol}) = \frac{m (\text{g})}{M \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)}$$

Denne formel kan omskrives, hvis man vil finde m eller M .

$$m = n \cdot M \text{ eller } M = \frac{m}{n}$$

Guldkorn: Huskeregel

En måde at huske formelen er gennem sætningen "mågen over bjerget".
m ligner en måge og M ligner et bjerg.



Stofmængdekonzentration

Den formelle stofmængdekonzentration kan udregnes med følgende formel:

$$c = \frac{n}{V} \text{ og med enheder: } c \text{ (M)} = \frac{n \text{ (mol)}}{V \text{ (L)}}$$

Stofmængdekonzentration er altså lig med stofmængde delt med volumen. Man udregner altså mængde per volumen for at bestemme koncentrationen.

Denne formel kan også omskrives, hvis man vil finde n eller V :

$$n = c \cdot V \text{ eller } V = \frac{n}{c}$$

Hvis man har 2 af de givne oplysninger i en formel med 3 ubekendte kan man altså altid finde den tredje.

Aktuel stofmængdekonzentration

Den aktuelle stofmængdekonzentration er defineret som stofmængden af stoffet A, der er opløst i væsken med volumen V . Den aktuelle stofmængdekonzentration er altså stofmængden, når stoffet er opløst og har formelen:

$$[A] = \frac{n(A)}{V}$$

Man kan udregne forskellige udtryk for stofmængdekonzentration:

$c_{\text{masse}\%}$

$c_{\text{masse}\%}$ angiver, hvor stor en andel stoffets vægt udgør

af den samlede blanding. $c_{\text{masse}\%}$ udregnes ved hjælp af formelen:

$$c_{\text{masse}\%}(A) = \frac{m(A)}{m(\text{blanding})} \cdot 100\%$$

Eksempel

5 gram ud af 25 gram: $\frac{5g}{25g} \cdot 100\% = 20\%$

$c_{\text{volumen}\%}$

$c_{\text{volumen}\%}$ angiver, hvor stor en andel volumen udgør af den

samlede volumen. $c_{\text{volumen}\%}$ udregnes ved hjælp af formelen:

$$c_{\text{volumen}\%}(A) = \frac{V(A)}{V(\text{blanding})} \cdot 100\%$$

Eksempel

50 ml ud af 1 liter (1.000ml): $\frac{50ml}{1000ml} \cdot 100\% = 5\%$

Opgaveløsning

Når du skal løse en opgave, så følg disse trin:

1. Skriv alle de oplysninger, du har, ned.
2. Find de ligninger, der passer til oplysningerne.
3. Sæt oplysningerne ind i ligningerne.

4. HUSK måleenheder.
5. Tjek dine beregninger.

Guldguide

Hvis vi har et vilkårligt reaktionsskema
 $aA + bB \rightarrow gG + hH$ (små bogstaver er koefficienter og store
er kemiske formler (fx. $2Na$))

Vi har $m(A)$ og skal finde $m(G)$

Trin

$$n(A) = \frac{m(A)}{M(A)}$$



$$n(G) = \frac{g}{a} \cdot n(A)$$



$$m(G) = n(G) \cdot M(G)$$

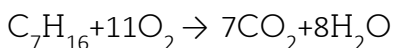


$m(G)$ er
resultatet

Eksempel

Der forbrændes 100 gram benzin (C_7H_{16}). Vi skal bestemme mængden af CO_2 . Der sker en forbrændingsreaktion med følgende reaktionsskema:

Reaktionsskema:



Så: $m(C_7H_{16}) = 100 \text{ g}$ og $M(C_7H_{16}) = 12,01 \cdot 7 + 1,008 \cdot 16 = 100,198 \frac{g}{mol}$.

Trin

$$1. n(C_7H_{16}) = \frac{m(C_7H_{16})}{M(C_7H_{16})} = \frac{100g}{100,198 \frac{g}{mol}} = 0,998 \text{ mol}$$

$$2. \frac{n(CO_2)}{n(C_7H_{16})} = \frac{7}{1} \Leftrightarrow n(CO_2) = 7 \cdot 0,998 \text{ mol} = 6,98 \text{ mol}$$

$$3. m(CO_2) = n(CO_2) \cdot M(CO_2) \Leftrightarrow 6,98 \text{ mol} \cdot 44,01 \frac{g}{mol} = 307,46g$$

$$4. m(CO_2) = 307,46g$$

Husker du...?

- Mol
- Formelenheder
- Ækvivalente mængder
- Formlen for masse
- Formlen for stofmængdekonzentration
- Guldguide

Kemiske reaktioner

Der findes en række reaktioner i kemi. Vi vil i dette afsnit redegøre for de væsentligste.

Substitutionsreaktion

Når et enkelt atom eller atomgruppe byttes ud med et andet

Eksempel: Heptan og dibrom $C_7H_{16} + 2Br \rightarrow C_7H_{15}Br + HBr$

Additionsreaktion

Når der tilføjes noget til et organisk stof gennem sprængning af en dobbelt- eller enkeltbinding.

Eksempel: $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$

Eliminationsreaktion

Når en del af et molekyle fraspaltes fra molekylet. I stedet opstår der oftest en dobbeltbinding.

Eksempel: $C_2H_5Br \rightarrow HBr + C_2H_4$

Syre-basereaktion

Reaktion, hvor en syre og en base (eller stoffer, der optræder som syrer og baser) blandes sammen. Syren afgiver en H^+ -ion, mens basen modtager H^+ -ionen. Resultatet bliver, hvis den rammer ækvivalenspunktet, vand og et salt.

Forbrændingsreaktion

Når stoffer forbrændes, indgår de en reaktion med O_2 (ilt). For carbonhydrider (alkan, alken, alkyn) fås disse produkter ved en forbrændingsreaktion:

Fuldstændig forbrændingsreaktion

Produkter er CO_2 og H_2O .

Ufuldstændig forbrændingsreaktion

Produkter er CO_2 , C, H_2O og CO.

Man kan generelt set ikke udregne mængden af de forskellige forbrændingsprodukter efter en ufuldstændig reaktion. Man ved nemlig ikke, hvor stor en del af stoffet, der er blevet forbrændt.

Kemiske reaktionsskemaer

Der findes forskellige måder at opskrive reaktionsskemaer på:

Navneligning (NI)

De indblandede stoffer og resultatprodukter nævnes ved navn:

Saltsyre + Natriumhydroxid $\rightarrow$ Natriumchlorid + Dihydrogenoxid.

Stofligning (SI)

De indblandede stoffer og restprodukter nævnes ved molekyleformel: $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$.

Ionligning (II)

De indblandede stoffer og restprodukter nævnes på ion-form:



Afstemning af reaktionsskemaer

Der skal altid være lige mange af hvert atom på begge sider af reaktionsskemaet. Det skal du sikre ved at tilføje koefficienter før stofferne på begge sider af skemaet.

Guldkorn: Chokoladereglen

Ved simple reaktioner, hvor der kun indgår carbon, hydrogen og oxygen kan man anvende C-H-O-koladereglen. Først afstemmes C-atomerne, så der er lige mange på hver side. Derefter hydrogenatomerne og til sidst oxygen. Afslutningsvist afstemmer man med vand i bruttoreaktionen (reaktionen inklusiv delreaktioner).

Redoxreaktioner

En redoxreaktion er en reaktion, hvor der overføres elektroner fra et stof til et andet. Der er to hovedtermer indenfor redoxreaktioner:

Reduktion

Når et stof optager elektroner.

Oxidation

Når et stof afgiver elektroner.

Guldkorn: Redoxreaktionens navn

I en redoxreaktion sker der både en **re**duktion og en **ox**idation. Det er derfor, at den hedder redoxreaktion.

Man kan huske, hvad der er reduktion, og hvad der er oxidation ved, at i en reduktion går der fra at være 2 ting på venstre side af pilen ($\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$) til 1 og at oxidation er det modsatte.

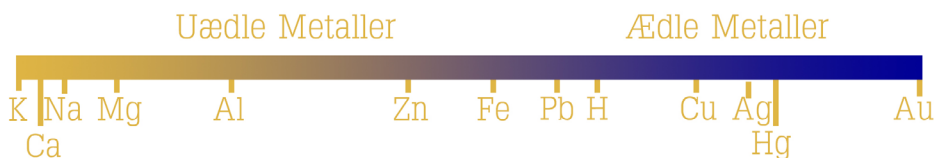
Hvilken reaktant (stof) der oxideres, og hvilken der reduceres er afhængigt af spændingsrækken.

Spændingsrækken

Spændingsrækken beskriver, hvor villigt et metal eller en metalion er til at afgive ioner. Desto længere til højre et stof er placeret, desto sværere er det at afgive ioner (oxidere) stoffet. Ædelmetallerne står derfor helt til højre.

Oxidationstal

I en redoxreaktion sker der en overførsel af elektroner. For at kunne beregne denne forskydning bruger man oxidationstallet OT. Ved redoxreaktioner er den samlede stigning i OT lig med det samlede fald, således at ladningen bliver bevaret. Man skriver oxidationstal i romertal over atomet. Der findes nogle regler for bestemmelsen af oxidationstal:



1. Atomer i deres grundstoftilstand har altid OT=0.
2. I énatomige ioner er oxidationstallet lig med ionens ladning.
3. I et neutralt molekyle er summen af alle atomernes ionladning og dermed også oxidationstallet lig 0.

4. Summen af atomernes oxidationstal i et fleratomion udgør dets samlede oxidationstal.
5. Hydrogen har i kemiske forbindelser oxidationstal +I (undtagen i metalhydrider (metal+hydrogen) hvor det kan være -I).
6. Oxygen har i kemiske forbindelser oxidationstallet -II (undtagen i peroxider (forbindelse med 2 sammenhængende oxygen-atomer), hvor det er -I).

Afstemning af redoxreaktioner

Hvis du skal afstemme redoxreaktioner skal du gøre følgende:

1. Opskriv reaktionsskemaet uden koefficienter. Opskriv kun de stoffer, som ændrer oxidationstal.
2. Bestem hvilke grundstoffer, der enten er steget eller faldet i oxidationstal. Dette er ofte ikke hydrogen eller oxygen.
3. Opskriv oxidationstallet over atomerne, der ændrer oxidationstal. Dette gøres i romertal.
4. Skriv nu atomerne, der ændrer oxidationstal, over hinanden. Gang så deres oxidationstrin på tværs. Det betyder, hvis stoffet a, stiger 3, og stoffet b falder 2, skal alle stoffer der indeholder stof a, få koefficienten 2, og alle med stof b får koefficient 3 på begge sider.
5. Optæl ladningen på hver side af reaktionen. Afstem ved hjælp af hydroner, hvis reaktionen er i et surt miljø. Hvis reaktion sker i et basisk miljø afstemmes den ved hjælp af OH^- .
6. Oxygen og hydrogen afstemmes ved hjælp af H_2O .

Endoterme reaktioner

Når en reaktion bruger varme (suger varme "**end**") kaldes den endoterm.

Exoterme reaktioner

Når en reaktion afgiver varme (når varmen **ex**itter) kaldes den exoterm.

Husker du...?

- Forbrændingsreaktioner
- Forskellige typer reaktionsskemaer
- Endoterme og exoterme reaktioner
- Redoxreaktioner - herunder spændingsrækken

Den kemiske metode

Kemiske stoffer kan være farlige. For at kunne håndtere kemiske stoffer på en sikker måde, skal du rette dig efter nogle regler.

Sikkerhed

Faresætninger

Faresætninger handler om de risici, der er ved at arbejde med et stof og betegnes med bogstavet H efterfulgt af 3 tal. De mest almindelige H-sætninger er:

- H200 Ustabilt eksplosiv.
- H201 Eksplosiv, masseeksplosionsfare.
- H202 Eksplosiv, alvorlig fare for udslyngning af fragmenter.
- H203 Eksplosiv, fare for brand, eksplosion eller udslyngning af fragmenter.
- H204 Fare for brand eller udslyngning af fragmenter.
- H205 Fare for masseeksplosion ved brand.

Sikkerhedssætninger

Sikkerhedssætninger handler om de sikkerhedsforanstaltninger, man skal tage, før man arbejder med et stof og betegnes med bogstavet P efterfulgt af 3 tal. De mest almindelige P-sætninger er:

- P101 Hvis der er brug for lægehjælp, medbring da beholderen eller etiketten.
- P102 Opbevares utilgængeligt for børn.
- P103 Læs etiketten før brug.
- P201 Indhent særlige anvisninger før brug.
- P202 Anvend ikke produktet, før alle advarsler er læst og forstået.

Faresymboler

Nye faresymboler er hvide, mens gamle faresymboler er orange. Faresymboler skal fra juni 2015. overgå til de nye faresymboler. De gamle symboler kan dog stadig ses på gamle forpakninger.

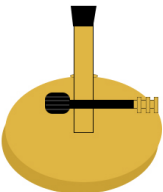
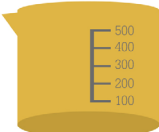
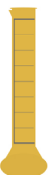
Navn	Gammelt symbol	Nyt symbol
Brandfare		
Eksplodingsfare		
Brandnærende		

Navn	Gammelt symbol	Nyt symbol
Gasser under tryk		
Metalætsende		
Akut giftighed (farlige)		
Ætsningsfare og alvorlige øjenskader		
Akut giftighed (mindre farlige), irritation, allergi ved hudkontakt, narkotisk indvirkning		

Navn	Gammelt symbol	Nyt symbol
Allergi ved indånding, kræft- fremkaldende, mutagent, skader på forplantnings- evnen, organskader ved enkelt eller flere påvirkninger, lungeskader ved indtagelse		
Miljøfare		

Kemisk forsøgsudstyr

Tabellen illustrerer det mest brugte kemiske udstyr:

Bunsen brænder		Reagens glas	
Trefod		Tragt	
Bægerglas		Konisk kolbe	
Måleglas			

Husker du...?

- H-sætninger
- P-sætninger
- Hvornår de nye symboler træder i kraft
- Hvad et reagensglas er

Eksperimenter

Separation

Destillation

Ved destillation forstås at adskille væsker eller faste stoffer, der har forskellige kogepunkter. Det gør man gennem opvarmning, fordampning og til sidst afkøling med det resultat, at stofferne adskilles.

Fordampning

At fordampe betyder at fordampe et stof (fx. vand) fra en blanding. En fordampning foregår passivt.

Filtrering

Filtrering er at fjerne enkelte dele af en heterogen blanding gennem et filter, der tilbageholder molekylerne. Dette kan fx. være kul i vand.

Titration

En titration er, når man tilsætter en væske i små mængder ned i en større mængde af et andet stof.

Syre-base-titration

Ved syre-base-titration starter man med en syre eller en base, hvortil man tilsætter en pH-indikator. Man forsøger herefter at finde ækvivalenspunktet (hvor pH-værdien er 7) gennem titration af henholdsvis en base eller syre. Ækvivalenspunktet vises ved hjælp af en indikator. Resultatet af titrationen er oftest vand og et salt.

Eksempel

Givet en titrering af 25,0 mL HCl med 0,100 M NaOH.
Ækvivalenspunktet findes ved 16,3 mL NaOH.

Vi skal beregne koncentrationen (c) af HCl.

Vi kender altså følgende oplysninger:

$$c(\text{NaOH}) = 0,100 \text{ M}$$

$$V(\text{NaOH}) = 16,3 \text{ mL} = 0,0163 \text{ L}$$

Vi beregner stofmængden af den ene reaktant:

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \Leftrightarrow n(\text{NaOH}) = 0,100 \text{ M} \cdot 0,0163 \text{ L} = 0,00163 \text{ mol}.$$

Da NaOH og HCl er ækvivalente ved ækvivalenspunktet er $n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl})$.

$$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{HCl})} \Leftrightarrow c(\text{HCl}) = \frac{0,00163 \text{ mol}}{0,025 \text{ L}} = 0,0652 \text{ mol}.$$

Koncentrationen af HCl er altså 0,0652 M

Styrke på syrer og baser

I reaktionsskemaer vises styrker på syrer og baser sådan:

En reaktion med stærke syrer eller baser har symbolet: $\rightarrow$, da det er en envejsreaktion, mens det med svage syrer vises sådan: $\rightleftharpoons$, da reaktionen kan gå begge veje.

Indikatorer

Indikatorer er kemikalier, man kan tilføje til en blanding, for at få viden om blandingens indhold. Kemiske indikatorer viser sig ofte gennem et farveskift eller gennem bundfald.

pH-indikator

Et stof, der skifter farve alt efter, hvilken pH-værdi opløsningen har. Det er for eksempel pHenolpHthalein og methylnødt.

Vejeanalyser

Forsøg, hvor måleprincippet er masse. Det bruges ofte i sammenhæng med filtrering og fordampning. Måleresultatet findes gennem vejning.

Husker du...?

- Sikkerhedssætninger
- Eksperimenter
- Titrering og destillation
- Vejeanalyser
- Forsøgsudstyr

Opgave-skrivning

En naturvidenskabelig rapport tager udgangspunkt i empiri, som kan måles med det blotte øje eller ved hjælp af diverse instrumenter.

Du kan med fordel opbygge din opgave sådan her:

- Formål med opgaven
- Hypotese
- Teori
- Forsøg
- Forsøgsopbygning
- Resultater
- Efterbehandling
- Diskussion
- Konklusion

Forklaring

Formål

Du skal her skrive, hvad formålet med opgaven er. Din lærer vil oftest give dig formålet, når opgaven stilles.

Hypotese

En kemisk rapport starter oftest med en hypotese, som man ønsker at teste. En hypotese startes ofte med sætningen: "Vi antager, at...".

For eksempel: "Vi antager, at salts opløselighed i vand hænger sammen med vandets temperatur."

Teori

Herefter skal du beskrive teori, der er relevant for hypotesen og forsøget. Teori er al den viden, man som læser skal have, før man kan forstå og bedømme forsøget.

Gør denne del så simpel som muligt, men så heller ikke simplere, som Einstein sagde.

Forsøget

Efter teorien redegør du for forsøget i form af en øvelsesvejledning. Der redegøres for forsøgsudstyr, sikkerhedsforhold og specielle hensyn, man skal tage under forsøget.

Guldkorn: Forsøgsbeskrivelse

Spørg din lærer, i hvilken tid hvordan han eller hun vil have skrevet forsøgsbeskrivelsen. Nogle lærere foretrækker for eksempel datid.

Forsøgsopbygning

Du skal her tage et billede, så du kan dokumentere forsøgsopbygningen. Denne del kan udlades.

Resultat

Herefter opskrifter du de resultater, du har fået i forsøget. Det kan være observationer, målinger, osv. Disse resultater skal være ubehandlede, da det først er i næste skridt, at du skal behandle dem.

Resultatbehandling

Når resultaterne skal behandles, spiller en lang række elementer ind. Du skal fx bedømme hvilken reaktion, der foregår. Det kan gøres ved hjælp af et reaktionsskema. Herefter skal du udføre relevante beregninger.

Diskussion

Når resultatet er behandlet, skal du ud fra behandlingen diskutere forsøget. Du skal herunder nævne fejlkilder (ting, der kan medvirke til at forsøget ikke gik som forventet). Disse fejlkilder er oftest måleusikkerheder, at det ikke er alt, man kan observere (hvornår et stof fx. er fuldstændigt forbrændt), urent forsøgsudstyr, og at der i mange tilfælde ikke er korrigeret for fx tryk.

Konklusion

Opgaven afsluttes med en konklusion, hvor hypotesen af- eller bekræftes, og forsøget opsummeres.

Kemisk metode

Den kemiske metode er den samme metode som de fleste andre naturvidenskabelige fag.

Den kemiske metode har følgende delelementer:

- Empiri
- Modellering
- Repræsentationsformer

Den kemiske metode er bygget op omkring hypotesen, som skal af- eller bekræftes. Man laver en forudsigelse, som skal afprøves gennem et forsøg, hvorefter hypotesen kan revideres og omformuleres. Dette kan fortsætte i det uendelige, indtil en overensstemmelse mellem hypotese og resultat fremkommer.

AT-guld

Den metode der oftest bruges inden for kemi kaldes den hypotetisk-deduktive metode. Med det menes, at man arbejder ud fra en hypotese, der af- eller bekræftes.

Fordelen ved den hypotetisk-deduktive metode er, at man når til et entydigt svar, der oftest ikke behøver fortolkning.

Ulempen ved den hypotetisk-deduktive metode er, at man kun kan udføre forsøget i ét scenarie. Man går herefter ud fra, at det fænomen man har undersøgt, træder i kraft generelt. Det vil i realiteten ikke altid være tilfældet.

Stikordsregister

Symboler

Ækvivalente mængder 46

A

Additionsreaktion 53

Afstemning af reaktionsskemaer 55

Afstemning af redoxreaktioner 57

Aktuel stofmængdekonzentration 49

Alkan 32, 34

Alkaners kemiske egenskaber 35

Alken 34

Alkener 32

Alkyn 32, 34

Amfolyt 25

AT-guld 71

Atom 9

B

Bindinger 19

Bindingsvinkler 20

Blandbarhed 40

C

Carbonhydrider 32

Chiralitet 31

Cis og trans 37

cmasse% 50

cvolumen% 50

Cyclo 37

D

Det periodiske system 10

Dobbeltbinding 19

E

Eksperimenter 65

Elektroner 9

Elektronsky 11

Eliminationsreaktion 53

Endoterme reaktioner 58

Enkeltbinding 19

Exoterme reaktioner 58

F

Faresymboler 60

Faresætninger 59

Filtrering 65

Forbrændingsreaktion 54

Fordampning 65

Formelenhed 45

Formel for elektronegativitet 41

Forskellige grupper af grundstoffer 10

Fuldstændig forbrændingsreaktion 54

Funktionsisomeri 30

G

Geometrisk isomeri 30

Guld-korn: Carbon og mol 45

Guld-korn: Chokoladereglen 55

Guld-korn: E-Z-isomeri 30

Guld-korn: Huskeregel 34, 37, 49

Guld-korn: Londonbindinger 20

Guld-korn: pOH 22

Guld-korn: Redoxreaktionens navn 55

Guld-korn: Tilstandsformer 13

H

Heterogen blanding 44

Homogene blandinger 44

Hydrogenbinding 20

I

Indikatorer 66
Ionbinding 19
Ioner 14
Iongitter 20
Ionligning (II) 54
Isomeri 29
Isotoper 12

K

Kemiske egenskaber 10
Kemiske reaktioner 53
Kemiske reaktionsskemaer 54
Kemisk forsøgsudstyr 63
Koefficienter 45
Korresponderende syre og base 24
Kovalente bindinger 19

M

Metalbinding 20
Modellering 27
Mol 45
Molekylebinding 19
Molekyleformel 28
Mættet 43
Mættethed 43

N

Navneligning (NI) 54
Navngivning af alkaner 35
Navngivning af alkener 38
Navngivning af carbonhydrider 33
Navngivning af ionbindinger 17
Neutroner 9
Niels Bohrs atommodel 12
Nukleon 9

O

Oktet- og dubletreglen 14

Opgave-skrivning 68
Opløselighed 41
Overmættet 44
Oxidation 55
Oxidationstal 56

P

pH-indikator 67
pH-værdi 22
Placering 43
Polaritet 40
Prikformel 27
Protoner 9
Pyramide 21

R

Reaktionsvillighed 32
Redoxreaktioner 55
Reduktion 55

S

Sammensatte Ioner 16
Separation 65
Separation
Destillation 65
Sidekæder 34
Sikkerhedssætninger 59
Simple Ioner 14
Skaller og Orbitaler 12
Spændingsrækken 56
Stereoisomeri 30
Stillings-isomeri 29
Stofligning (SI) 54
Stofmængdekoncentration 49
Stregformel 27
Strukturformel 28
Struktur-isomeri 29
Styrke på syrer og baser 66
Stærke og svage syrer og baser 24
Substitutionsreaktion 53

Symmetri 43
Syre-basereaktion 53
Syre-base-titrering 65
Syrer og baser 22

T

Tetraeder 21
Titrering 65
Trippelbinding 19

U

Ufuldstændig forbrændingsreaktion 54
Umættet 43
Undergrupper 11
Unit 9
Units 45

V

Vands ionprodukt 23
Vejeanalyser 67
Vinklet 21

Noteskrivning

Du kan bruge de næste sider til at skrive noter, så du bedre kan huske alle de ting, du har lært i kemi på C-niveau.

[illegible]

[illegible]

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

Tillykke! Du er nået til slutningen af bogen.

Vi håber, at du har kunnet lide den. Hvis du har, kan du bedømme os på

<http://guldbog.dk/trust/>

Forresten... Der er en grund til, at vores bog er præcis 79 sider. 79 er nemlig grundstoffet gulds atomnummer.

God fornøjelse med kemifaget og eksamen, når du engang når dertil.