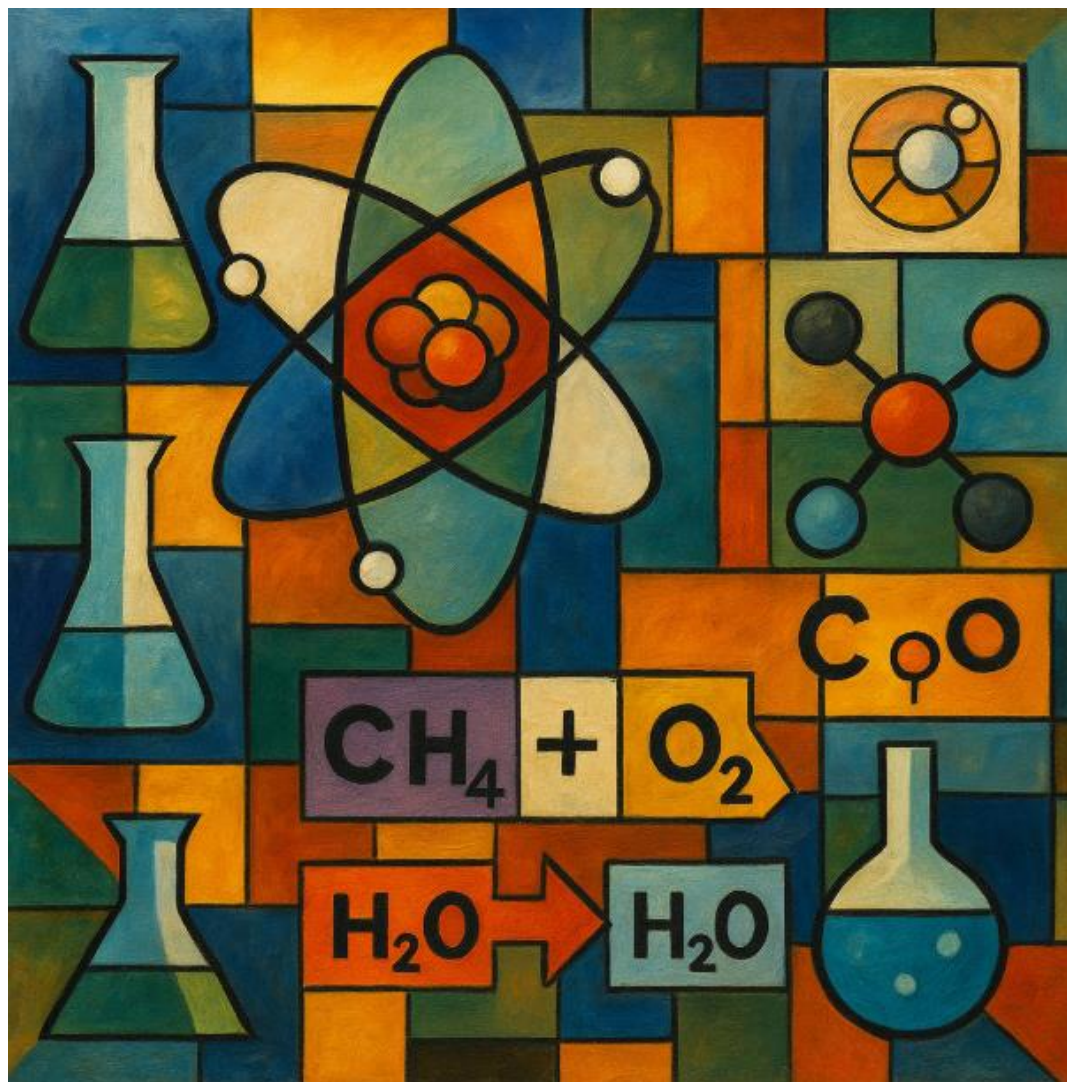


Basal Kemi



Indhold

Kapitel 1: Atomets - universets byggesten	2
Kapitel 2: Isotoper - den sære fætter	8
Kapitel 3: Ioner og ionbindinger.....	14
Kapitel 4: Kemiske reaktioner og afstemning af dem	21
Kapitel 5: Kovalente bindinger og atmosfæren.....	27

prompt og fagligt indhold af Mads Lenskjær - opstilling chatGPT 4o

Kapitel 1: Atomets - universets byggesten

Indledning:

Mennesket har altid tænkt over, hvad verden egentlig består af. Gennem tiden har vi haft mange forskellige teorier. En af disse teorier hævdede, at alt omkring os bestod af fire elementer: *vand, ild, jord og luft*. I dag ved vi, at verden faktisk er bygget af ufatteligt små byggeklodser, som kaldes *atomer*. Atomerne er så små, at vi aldrig rigtigt har set et direkte, men i et elektronmikroskop kan man ane dem. *Hvorfor skulle atomteorien være mere rigtig end idéen om de fire elementer?* I naturvidenskab er man aldrig 100 % sikker, men så længe atomteorien kan forklare det, vi oplever, anser vi den for at være den bedste teori, indtil vi opdager noget nyt. Atomet danner grundlaget for både fysik og kemi, og alt omkring os består af milliarder af små atomer. Atomer er for naturvidenskaben, hvad tal er for matematikken.

Afsnit 1. Forskellige atomer og grundstoffer

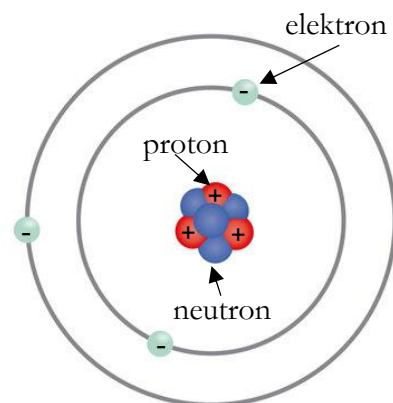
Atomer findes i mange forskellige typer, præcis som legoklodser findes i mange former og farver. I naturen findes der 92 forskellige slags atomer. Et af de mest almindelige atomer er jern. Mange ting omkring os i hverdagen er lavet af jern, f.eks. en papirklips. En enkelt papirklips på ét gram indeholder omkring 10 trilliarder (10.000.000.000.000.000.000.000) atomer!

Når du skriver med en blyant, gnider du et andet atom kaldet Carbon, ud på papiret. Men det samme carbonatom, som gør blyanten blød, er også det, der opbygger verdens hårdeste materiale – diamant. Forskellen mellem blyantens bløde grafit og diamantens hårde struktur ligger i, hvordan atomerne er bundet sammen.

Hvis et stof kun består af én type atom, kaldes det et *grundstof*. Hvis der derimod er flere forskellige slags atomer bundet sammen, kaldes det en *kemisk forbindelse*. Et eksempel er vand, der består af hydrogen og oxygen – H_2O .

Afsnit 2. Elementarpartikler – atomets byggesten

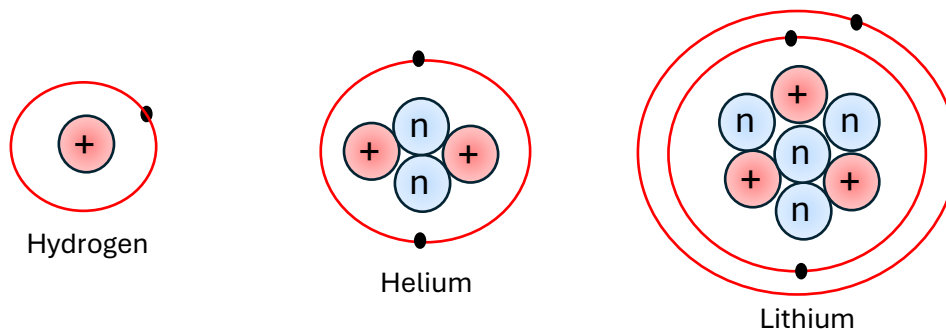
Vi ved nu, at der findes 92 forskellige atomer, *men hvad er forskellen egentlig på dem?* For at forstå det må vi kigge nærmere på atomets indre. Inde i atomet findes nogle små dele, som kaldes elementarpartikler. Partiklerne findes i 3 forskellige udgaver som kaldes *protoner*, *neutroner* og *elektroner*. Protoner og neutroner ligger tæt sammen i atomets kerne, mens elektronerne bevæger sig hurtigt omkring kernen i noget, vi kalder elektronskaller. Du kan forestille dig atomets indre lidt som vores solsystem: *Kernen i atomet minder om solen*, som indeholder næsten hele massen, mens *elektronerne svarer til små planeter*, der kredser omkring kernen. Elektronerne er så små, at man skal bruge næsten 2000 elektroner for at opnå samme masse som en proton eller neutron. Protonen er positivt ladet, elektronen er negativt ladet, mens neutronen er neutral, altså uden ladning.



Afsnit 3. Hvad gør atomer forskellige?

Selvom vi nu kender atomets indre, er det stadig vigtigt at vide, *hvad der gør de enkelte atomer forskellige fra hinanden?* Svaret findes i atomets kerne. Hvert type atom har nemlig et helt bestemt antal protoner. Det er lavet så praktisk, at hvert atom har fået et atomnummer og dette nummer er det samme som antallet af protoner i atomet.

Jern har atomnummer 26 og har derfor altid præcis 26 protoner i kernen, mens Carbon har atomnummer 6 og dermed 6 protoner. Atom nummer 1, Hydrogen, har én proton, og atom nummer 92, Uran, har hele 92 protoner. Et atom har altid lige mange protoner og elektroner, hvilket betyder, at det samlet set er neutralt - altså lige mange positive og negative ladninger.

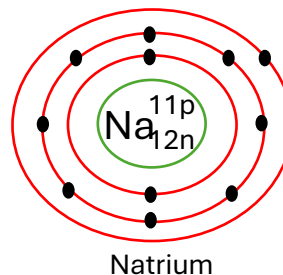
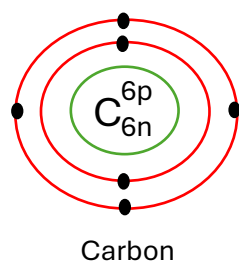


Antallet af neutroner kan variere, fordi neutronerne hjælper med at holde protonerne samlet i kernen da de ellers vil frastøde hinanden. Jo flere protoner, desto flere neutroner kræves. Hydrogen har f.eks. ingen neutroner, Carbon har 6, og Uran har hele 146 neutroner.

Afsnit 4. Elektronskaller – hvor findes elektronerne?

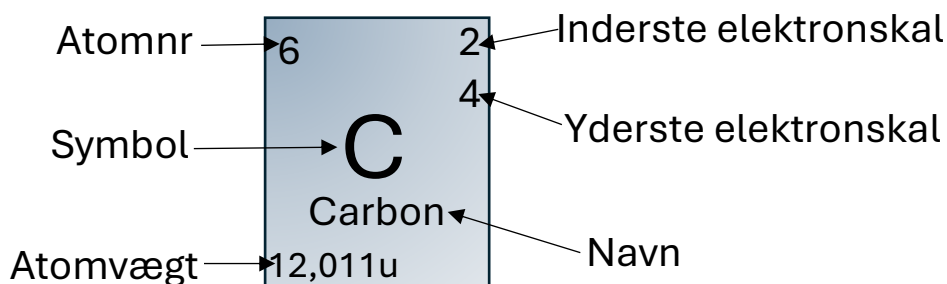
Elektronerne bevæger sig omkring atomets kerne, og ligesom planeterne i solsystemet er de placeret i forskellige baner, kaldet elektronskaller. Der er plads til et bestemt antal elektroner i hver skal. Formlen for antallet af elektroner i hver skal er $2 \cdot n^2$, hvor n er nummeret på skallen. Den inderste skal kan derfor rumme 2 elektroner, næste skal 8, derefter 18, 32 osv.

Hvis man skal regne ud hvordan elektroner i atomet er fordelt i skallerne, starter vi indefra og bevæger os udad. Carbon har 6 elektroner; to sidder i den inderste skal, mens de resterende 4 sidder i den næste. Natrium, med 11 elektroner, fordeler sig således: 2 i første skal, 8 i næste og 1 elektron i den tredje skal.



Afsnit 5. Det periodiske system – atomernes opslagsværk

I naturvidenskaben har man lavet et system, der gør det nemt at overskue alle atomerne: *det periodiske system*. Hvert atom har et atomnummer og et symbol. Carbon har symbolet C. Men fordi C allerede er taget af Carbon, må Calcium hedde Ca, hvor det andet bogstav altid er lille, så vi tydeligt kan kende forskel på grundstofferne. Ud over symbolerne vises også atomets vægt, der ikke angives i gram, fordi atomerne er ufatteligt små. I stedet bruger man en særlig enhed, der hedder units, som er speciallavet til at angive vægten af atomer. Ofte vil man også kunne se hvordan elektronerne er fordelt i atomet i de forskellige elektronskaller.



Afsnit 6. Hvorfor er atomerne placeret, som de er?

Atomernes placering i det periodiske system er ikke tilfældig. De står ordnet efter stigende atomnummer og efter antallet af elektronskaller. Atomerne er placeret, så antallet af elektronskaller bestemmer, hvilken række atomet skal stå i. Alle atomer med én elektronskal, står i den første række, dem med to skaller står i den anden række osv. Det betyder, at rækkens nummer direkte fortæller, hvor mange elektronskaller atomet har. Rækkerne kaldes også for *perioder* hvilket har lagt navn til systemet.

Derudover er atomerne grupperet i lodrette kolonner, kaldet *hovedgrupper*. Disse hovedgrupper er opdelt efter, hvor mange elektroner atomet har i sin yderste elektronskal. Alle atomer med én elektron i yderste elektronskal står i hovedgruppe 1, dem med to elektroner står i hovedgruppe 2 og så fremdeles op til 8 elektroner. Denne opdeling betyder, at atomer med samme antal elektroner i yderste skal har lignende kemiske egenskaber.

The image shows a standard periodic table of elements. A yellow rectangular box is drawn around the first two columns (Lithium, Beryllium, Sodium, Magnesium, Potassium, Calcium, etc.). An arrow points from the text 'kolonne=hovedgruppe' to this box. A red rectangular box is drawn around the first two rows (Hydrogen, Helium; Lithium, Beryllium, Boron, Carbon, Nitrogen, Oxygen, Fluorine, Neon; Sodium, Magnesium, Aluminum, Silicon, Phosphorus, Sulfur, Chlorine, Argon). The text 'Række=periode' is placed between the two boxes, indicating that the rows represent periods.

Afslutning:

Vi har nu set nærmere på, hvordan alt omkring os består af utrolig små byggeklodser, *atomerne*. Tænk på, at atomerne i din krop tidligere har været i andre levende væsener – måske endda historiske personer som Napoleon eller Cæsar. Vi mennesker er faktisk et stort genbrug af atomer, som en dag igen vil indgå i nye levende ting. I næste kapitel vil vi kigge nærmere på neutronens vigtige rolle og hvad der sker, hvis der opstår ubalance i antallet af dem.

Nøglebegreb	Forklaring

Arbejdsspørgsmål:

Forklar forskellen mellem et grundstof og kemisk forbindelse er?

Kan du give et eksempel på et grundstof og en kemisk forbindelse.

- Grundstof:
- Kemisk forbindelse

Hvilken ladning har elementarpartiklerne:

- Proton:
- Elektron:
- Neutron:

Hvilke elementarpartikler befinder sig hvor:

- Kernen:
- Skallerne:

Der findes mange forskellige atomer (hele 92 naturligt forekommende). Hvad er det som gør dem forskellige fra hinanden?

Hvordan kan det være at atomet er neutralt?

Tegn Lithium (atom nr 3)

Tegn Klor (atom nr 17)

Brug et periodisksystem til at finde informationerne om atomerne:

Navn	Symbol	Atomnr	Antal protoner	Antal Elektroner	Vægt
	C				
Calcium		20			
		26			
Neon			10		
				1	1 u
	O				
		19			

Hvad måles atomernes vægt i?

Hvad fortæller den række atomet er placeret i om atomet?

Hvad fortæller den kolonne/hovedgruppe som atomet er placeret om atomet?

Undringsspørgsmål:

Hvordan kan vi være sikre på, at noget eksisterer, når vi ikke kan se det direkte – som for eksempel atomer?

Hvorfor tror du, at der kun findes 92 naturligt forekommende grundstoffer – hvorfor ikke 200 eller 10?

Hvad ville der ske, hvis elektronerne stoppede med at bevæge sig omkring atomkernen?

Hvorfor er det vigtigt, at elektroner, protoner og neutroner har forskellige ladninger?

Hvorfor tror du, at elektronerne fordeler sig i skaller og ikke bare svæver rundt overalt?

Kapitel 2: Isotoper - den sære fætter

Indledning:

I forrige kapitel så vi nærmere på atomet, dets opbygning og det periodiske system. Vi lærte, at alt er bygget op af 92 forskellige typer små byggeklodser, som vi kalder atomer. Inde i atomets kerne findes protoner og neutroner, mens elektroner bevæger sig rundt om kernen. Vi nævnte kort neutronernes rolle, men i dette kapitel dykker vi dybere ned i deres betydning, og hvorfor en ubalance i kernen kan skabe spændende og mærkelige fænomener.

Afsnit 1. Neutronens vigtige rolle og atomets vægt:

Inde i atomets kerne findes protoner, som alle har en positiv elektrisk ladning. Ligesom to ens poler på en magnet vil protonerne gerne frastøde hinanden, fordi de er positivt ladede. Neutronernes vigtige opgave er at forhindre denne frastødning ved at skabe afstand mellem protonerne. Jo flere protoner, desto flere neutroner er der brug for.



Neutronen og protonen vejer næsten ingenting, så derfor har man opfundet en særlig vægtenhed kaldet "*unit*" til at måle deres vægt. En proton eller neutron vejer ca. 1 unit hver. Elektronernes vægt er næsten nul, og derfor er det kun protonerne og neutronerne, der afgør atomets vægt.

Afsnit 2. Hvordan beregner vi neutronerne?

I sidste kapitel lærte vi, at atomnummeret fortæller, hvor mange protoner der findes i kernen. Altså hvis atomnummeret er 3 har atomet 3 protoner, imens nr 92 har 92 protoner. Hvis man også kender atomets vægt, kan man beregne, hvor mange neutroner atomet har. Lad os tage et eksempel med Carbon som på dansk også kaldes kulstof.

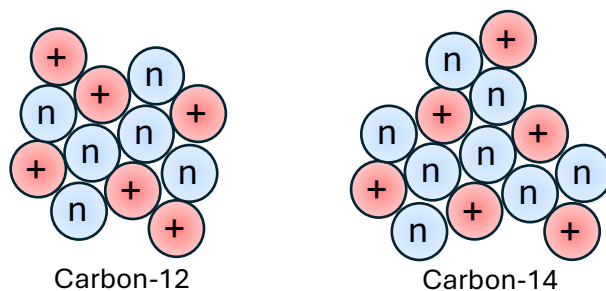
Carbon har atomnummer 6 og vejer 12 units. Atomnummer 6 betyder, at der er 6 protoner inde i atomkernen. Da vi ved at de 6 af de 12 units må udgøres af protonerne må de resterende units være antallet af neutroner. Så hvis vi trækker protonerne fra atomets vægt, altså $12 - 6$, får vi antallet af neutroner, nemlig 6.

$$\text{Antal neutroner} = \text{atomets vægt} - \text{atomnummer}$$

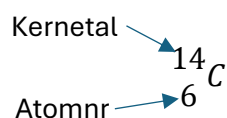
I Carbon er der lige mange protoner og neutroner - dog er det ikke altid sådan, at der er lige mange protoner og neutroner i et atom. For eksempel har Natrium atomnummer 11, men vejer 23 units. Her er der altså $23 - 11 = 12$ neutroner. Atomets vægt i det periodiske system er faktisk et gennemsnit af forskellige udgaver af det samme atom – disse udgaver kalder vi isotoper.

Afsnit 3. Isotoper og nuklidnotation:

Verden er ikke altid så enkel og regelmæssig, som man skulle tro. For selvom de fleste Carbon-atomer har 6 neutroner, findes der en sjælden udgave, som har hele 8 neutroner. Hvis man har 1.000 milliarder Carbon-atomer, vil kun ét være denne specielle type, som man kalder Carbon-14. Denne specielle version af atomet kaldes for en isotop. En isotop er altså et atom med et andet antal neutroner end normalt. Der findes også en isotop med færre neutroner, nemlig Carbon-11, som kun har 5 neutroner.



For at undgå forvirring skriver man isotoper på en speciel måde, eksempelvis Carbon-14 eller Carbon-11. En anden mere detaljeret måde kaldes nuklidnotation, hvor kernetallet (protoner + neutroner) skrives øverst, atomnummeret (protoner) nederst, efterfulgt af atomets symbol. Carbon-14 skrives derfor som:



Nuklidnotationen bruges især i fysik, når man arbejder med radioaktivitet.

Afsnit 4. Isotopkortet – en verden af isotoper:

Det periodiske system viser kun den mest almindelige isotop af hvert atom. Men i virkeligheden findes der mange flere isotoper af hvert grundstof. Derfor har man lavet et særligt kort, kaldet isotopkortet, som viser alle de forskellige isotoper, man har opdaget. Kortet er ordnet i rækker efter atomnummeret. I hver række er alle kendte isotoper af det pågældende atom vist. Jo højere atomnummer, desto flere

isotoper findes der. Isotopkortet viser derfor et mere præcist billede af, hvordan vores verden faktisk er opbygget. Herunder ses et lille udsnit af nogle af de isotoper som findes til Carbon.

		10N p=100.00%	11N 0.83MeV p=100.00%	12N 11.000ms ε=100.00%	13N 9.965m ε=100.00%	14N STABLE 99.63	15N STABLE 0.364%	16N 7.13s β=100.00% β-α=1.2·10 ⁻³ %	17N 4171ms β=100.00% β-n=95.10% β-α=0.00%	18N 619ms β=100.00% β-α=12.20% β-n=10.90% β-2n?
8C 230KeV p=100.00% α	9C 126.5ms ε=100.00% εp=61.60% εα=38.40%	10C 19.308s ε=100.00%	11C 20.364m ε=100.00%	12C STABLE 98.93%	13C STABLE 1.07%	14C 5700y β=100.00%	15C 2.449s β=100.00%	16C 0.747s β=100.00% β-n=99.20%	17C 191ms β=100.00% β-n=28.40% β-2n?	
7B 1.4MeV α p	8B 770ms ε=100.00% εα=100.00%	9B 0.54KeV p=100.00% 2α=100.00%	10B STABLE 19.9%	11B STABLE 80.1%	12B 20.20ms β=100.00% β-3α=1.58%	13B 17.33ms β=100.00% β-n=0.26%	14B 12.36ms β=100.00% β-n=6.04%	15B 10.18ms β=100.00% β-n=99.60% β-2n<1.50%	16B 190ps n	

Afsnit 5. Isotoper og radioaktivitet:

Mange isotoper er radioaktive, hvilket betyder, at de udsender en særlig stråling. Selvom det lyder farligt, omgiver radioaktive isotoper os hele tiden i vores daglige liv. Der findes 3 typer radioaktiv stråling: *alfa* (α), *beta* (β) og *gamma* (γ).

Alfa-stråling består af helium-kerner, beta-stråling er hurtige elektroner, og gamma-stråling er elektromagnetiske bølger med meget kort bølgelængde. På isotopkortet kan man hurtigt se, hvilke isotoper der er radioaktive, da de er farvet i forskellige farver. Alfa-strålende isotoper er ofte gule, beta-strålende blå eller røde, og stabile isotoper er sorte. Man vil her opleve at mængden af sorte isotoper, altså dem som ikke er radioaktive, ikke udgør flertallet af atomer.

Afsnit 6. Isotoper i hverdagen:

Lige nu findes radioaktive isotoper som Carbon-14 inde i din egen krop - heldigvis er der jo meget få af dem. Carbon-14 udsender beta-stråling, som består af elektroner med ekstrem høj fart. Selvom elektronen virker uskadelig, kan den gøre stor skade inde i kroppen netop på grund af dens høje fart. Elektronen kommer ikke fra atomets elektronskaller, men dannes inde i kernen, når en neutron pludselig omdannes til en proton og en elektron på grund af en ubalance i kernen. Denne proces sker tilfældigt og kan ikke forudsiges. Alle atomer over nummer 83 (Bismuth) i det periodiske system er radioaktive.

Det lyder farligt at der er radioaktivitet inde i kroppen - men din krop er tilpasset til strålingen og kan modstå den. Faktisk bliver din krop hverdag udsat for radioaktive stråler fra rummet uden at du bemærker det. Også denne stråling er din krop tilpasset til og kan modstå.

Afslutning:

I dette kapitel har vi set nærmere på neutronernes vigtige rolle i atomets kerne, og hvordan en ændring i antallet af neutroner skaber isotoper. Selvom isotoper nogle gange kan være radioaktive og dermed potentielt farlige, findes de helt naturligt omkring os og inde i vores egen krop. Det er fascinerende at tænke på, at noget, som virker farligt, faktisk er en del af vores dagligdag. Vi bruger endda disse isotoper aktivt, for eksempel når vi med kulstof-14-metoden aldersbestemmer gamle arkæologiske fund. Så isotoper er ikke blot en mærkelig detalje i naturen – de er en naturlig og vigtig del af vores verden og hverdag.

Nøglebegreb	Forklaring

Arbejdsspørgsmål:

Hvilken vigtig rolle har neutronerne inde i kernen?

Prøv at forestille dig hvad der ville ske hvis alle neutroner i hver af dine atomer i din krop pludselig forsvandt?

Hvad vejer henholdsvis en proton og en neutron?

Hvad vejer en elektron?

Ekstra: Prøv at undersøge hvad hvordan det kan være, at en elektron er en bølge, men alligevel vejer noget.

Forklar hvordan man kan finde ud af hvor mange neutroner der er inde i et atom?

Beregn antal neutroner for atomerne i den nedenstående tabel

Symbol	Atomnr	Vægt	Antal Neutroner
N	7	14 u	
F	9		
	26		
K			
Be		9 u	

Hvad er en isotop?

Tegn Helium-3 og Helium-4 - også med dens elektroner

Opskriv i Nuklidnotation Uran-238 og Uran-235?

Hvor mange flere neutroner har den ene i forhold til den anden isotop?

Gå ind på et isotop kort og find ud af hvor mange forskellige versioner af Helium der findes i verden?

Hvor mange forskellige isotoper af Carbon findes der?

Hvad betyder det at en isotop i isotopkortet har farven sort?

Mange af isotoperne er radioaktive og udsender stråling. Kan du nævne form for stråling og hvad det i virkeligheden består af?

Ekstra: Når et atom har udsendt en radioaktivstråle hvad sker der så med atomet?

Findes der isotoper inde i din krop?

Er den stråling vi udsættes for i vores hverdag egentlig farlig?

Undringsspørgsmål:

Hvorfor skal atomer med flere protoner have flere neutroner for at holde sig stabile?

Hvis vi opfandt en ny partikel, hvordan ville den kunne ændre, hvordan vi forstår atomets opbygning?

Kan stråling egentlig være "godt" for kroppen i nogle situationer?

Hvorfor findes der forskellige udgaver (isotoper) af det samme grundstof?

Hvordan kan så små partikler som elektroner og heliumkerner gøre skade?

Kapitel 3: Ioner og ionbindinger

Indledning

I forrige kapitel så vi på isotoper – altså atomer med et anderledes antal neutroner end normalt. Vi lærte, hvordan variationer i kernen kan ændre på atomets egenskaber. I dette kapitel bevæger vi os fra atomets indre og ud mod dets evne til at indgå i kemiske forbindelser. Et atom står sjældent alene – de fleste stoffer i verden er skabt ved, at atomer binder sig sammen. En af de mest almindelige måder, dette sker på, er gennem ionbindinger. Ioner findes overalt – i din krop, i maden du spiser og i den sportsdrik, du måske drikker efter idræt. Derfor er det vigtigt at forstå, hvad ioner er, og hvordan ionbindinger virker.

The image shows a standard periodic table of elements. It is color-coded to highlight three main groups:

- Metaller (Metals):** Shaded in blue, covering the majority of the table on the left and center.
- Ikke Metaller (Non-metals):** Shaded in green, located in the upper right portion of the table.
- Ædelgasser (Noble gases):** Shaded in red, forming a single column on the far right (Group 18).

 Arrows point from the labels to their respective columns in the table.

Afsnit 1. Grupper i det periodiske system

Selvom hvert af de 118 grundstoffer i det periodiske system er unikt, deler mange af dem fællestræk. For at gøre det mere overskueligt har man inddelt atomerne i tre hovedgrupper: metaller, ikke-metaller og ædelgasser.

- **Metaller** er den største gruppe. De har metalglans, leder varme og strøm godt, og mange af dem kender du: *jern, sølv, guld* – men også *natrium og magnesium*.
- **Ikke-metaller** er færre. De findes ofte som gasser, men ikke altid. Eksempler er *oxygen, Nitrogen, Hydrogen og Carbon*.
- **Ædelgasser** som *Helium, Neon og Argon* er helt specielle. De er "*inaktive*", hvilket betyder, at de ikke reagerer med andre stoffer. De er simpelthen tilfredse, som de er. De står alle i den yderste kolonne som også kaldes for 8 hovedgruppe i det periodiske system.

Afsnit 2. Oktetreglen – jagten på 8

Hvad gør ædelgasserne så specielle? Svaret er: de har 8 elektroner i deres yderste elektronskal (bortset fra helium, som kun har plads til 2). Det gør dem ekstremt stabile – og det er netop stabilitet, som andre atomer stræber efter. Det er derfor, at mange atomer enten afgiver eller optager elektroner – for at opnå 8 i yderste elektronskal og dermed ligne ædelgasserne.

Denne stræben efter 8 elektroner kaldes *oktetreglen* (fra det latinske ord "*okto*", som betyder 8).

Atomerne vil altså gerne være ligesom ædelgasserne for at blive stabile.

Afsnit 3. Ioner og ionbindinger

Men hvordan opnår et atom 8 elektroner i yderste elektronskal? Det gør de ved at afgive eller modtage elektroner. Når dette sker, er der ikke længere ligevægt mellem protoner og elektroner og atomet har fået enten en positiv eller negativ ladning. Man kalder nu atomet for en *ion*.

Men hvilke atomer afgiver og hvilke optager? Her er der heldigvis et system:

- **Metaller** afgiver gerne elektroner. Det gør dem til positive ioner, fordi de har flere protoner end elektroner.
- **Ikke-metaller** modtager gerne elektroner og bliver til negative ioner, da de nu har flere elektroner end protoner end elektroner.

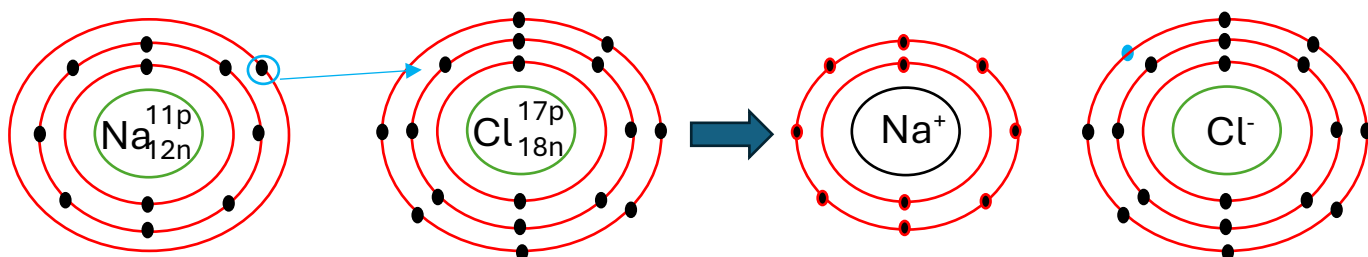
Lad os tage et konkret eksempel:

Natrium (Na) har 1 elektron i sin yderste elektronskal og vil gerne af med denne fordi dens næst yderste elektronskal indholder 8 elektroner.

Klor (Cl) har 7 elektroner i yderste skal og mangler altså én elektron.

Når Natrium afgiver sin elektron til klor, bliver Natrium en positiv ion (Na^+) og Klor en negativ ion (Cl^-). Disse to modsat ladede ioner tiltrækker hinanden – og det er dét, vi kalder en ionbinding.

Sammen danner de stoffet NatriumChlorid (NaCl) – det vi kender som almindeligt bordsalt.



Afsnit 4. En huskeregel

Det kan være svært at huske, hvem der afgiver og hvem der modtager elektroner. En sjov huskeregel er at forestille sig metallerne som drenge og ikke-metallerne som piger. *Hvem giver blomster i romantiske film?* Jo, det gør



drengene oftest – altså metallerne. De giver (afgiver) elektroner. Pigerne (ikke-metallerne) modtager blomster – altså får elektroner. På den måde bliver metaller positive og ikke-metaller negative. *Hvad så med Ædelgasserne?* De er “*de kendte/idolerne*”, som alle gerne vil ligne – men de deltager ikke selv.

Afsnit 5. Når antallet ikke passer

Ikke alle ionbindinger er lige nemme. Nogle gange matcher antallet af elektroner ikke perfekt.

Magnesium (Mg) har fx to elektroner i yderste skal og vil derfor gerne afgive begge elektroner.

Oxygen (O) har seks elektroner i yderste skal og mangler to. De passer perfekt sammen og danner stoffet MagnesiumOxid (MgO).

Men hvad nu hvis Magnesium skal binde sig til Klor, som kun vil have én elektron? Så må ét magnesiumatom afgive sine to elektroner til to kloratomer, så de hver får én. Resultatet bliver MagnesiumdiChlorid (MgCl₂). Tallet 2 viser, at der er brug for to klor-ioner til at balancere én Magnesium-ion.

Afsnit 6. Kemisk navngivning

De navne de kemiske stoffer har følger nogle faste regler:

- Metal-ion står altid før Ikke-metal-ionen.
- Når der er to grundstoffer, får det ikke-metalliske atom endelsen *-id*. Eksempel: natrium + klor = NatriumChlorid. Oxygen bliver dog til Oxid.
- Når der er tre grundstoffer, får forbindelsen ofte endelsen *-at* (som i sulfat eller nitrat).
- I formler bruger man små tal til at vise, hvor mange ioner der indgår. Eksempel: MgCl₂ betyder, at der er 1 magnesium-ion og 2 klorid-ioner. Tallet skrives med ord hvor mono=1, di = 2, tri= 3 og tetra=4. MgCl₂ navngives MagnesiumdiChlorid eller H₂O diHydrogenOxid.

Afsnit 7. Sammensatte ioner

Ud over de simple ioner findes der også sammensatte ioner – det vil sige grupper af atomer, som hænger sammen og opfører sig som én ion.

Eksempler på sådanne er:

- Sulfat (SO_4^{2-}) – findes i gips (CaSO_4) CalciumSulfat
- Carbonat (CO_3^{2-}) – findes i kridt (CaCO_3) CalciumCarbonat
- Nitrat (NO_3^-) – findes i kaliumnitrat (KNO_3), som bruges i krudt.
- Hydroxid (OH^-) - findes i mange baser som f.eks. NatriumHydroxid (NaOH)

Disse sammensatte ioner skal du lære at kende, fordi de går i mange forbindelser.

Afslutning

Vi har i dette kapitel set, hvordan atomer kan afgive eller modtage elektroner og danne ioner. Når positive og negative ioner tiltrækkes, opstår der ionbindinger – stærke forbindelser, som danner mange af de stoffer, vi kender fra hverdagen. Ioner spiller også en vigtig rolle i kroppen. Når sportsdrikke markedsføres med elektrolytter, handler det netop om ioner som natrium, kalium og klorid, som kroppen har brug for, især når du sveder. *Og dine nerver?* De sender signaler ved hjælp af natrium- og kaliumioner. Så næste gang du tager en tår af din drik eller mærker et nervesignal i kroppen – så ved du, at der er ioner på spil.

Nøglebegreb	Forklaring

Arbejdsspørgsmål:

Indtegn de 3 grupperinger af atomer i det periodiske system nedenfor

The image shows a standard periodic table of elements. The elements are arranged in rows (periods) and columns (groups). The groups are color-coded: Group 1 (Hydrogen, Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, Cesium, Francium) is blue; Group 2 (Beryllium, Magnesium, Calcium, Strontium, Barium, Radium) is red; and Group 18 (Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon, Radon, Oganesson) is pink. The other groups are in various shades of grey and white.

Hvad kaldes ædelgasserne også for og hvorfor gør de mon det?

Hvad er det som ædelgasserne har som gør det stabile?

Forklar hvad oktetreglen går ud på?

Hvilke typer af atomer afgiver og modtager elektroner?

- Modtager:
- Afgiver:

Hvad er en ion?

Tegn et Lithium atom (nr 3) og et Fluor atom (9).

Forestil dig At lithium og fluor atomet indgår i en ionbinding. Hvad sker der og hvilke to ioner kommer ud af forbindelsen?

Lav kombinationer af de forskellige metaller og ikke-metaller - husk at overholde oktetreglen:

Metal	Ikke metal	Metal ion	Ikke metal ion	Forbindelse
Na	Cl	Na ⁺	Cl ⁻	NaCl
Mg	F			
Li	O			
Fe	Cl			
Mg	O			
Ca	Cl			
Li	O			

Se på de kemiske formler nedenfor. Sæt kryds ud for den rigtige formel som overholder oktetreglen:

LiCl	Li ₂ Cl	LiCl ₃
MgCl	Mg ₂ Cl	MgCl ₂
NaS	Na ₂ S	NaS ₂
KO	K ₂ O	KO ₂
CuCl	Cu ₂ Cl	CuCl ₂
MgO	Mg ₂ O	MgO ₂
AlO	Al ₂ O	Al ₂ O ₃

Navngiv følgende kemiske stoffer eller skriv den kemiske formel ud fra navnet:

Kemiske formel	Kemisk navn
NaCl	NatriumChlorid
MgO	
	diHydrogenOxid
KCl	
	diNatriumOxid
CaCl ₂	
	MagnesiumdiFlourid

Ud fra navnet skal du skrive den kemiske formel:

Navn	Kemisk Formel
CalciumSulfat	
diHydrogenCarbonat	
KaliumNitrat	
NatriumHydoxid	
NatriumCarbonat	
MagnesiumSulfat	

Undringsspørgsmål:

Hvorfor tror du, at ædelgasser ikke reagerer med andre stoffer, når næsten alle andre grundstoffer gør?

Hvad ville der ske, hvis ædelgasser pludselig begyndte at danne bindinger som metaller og ikke-metaller?

Hvorfor er det netop 8 elektroner, atomerne stræber efter – og ikke fx 6 eller 10?

Hvad ville der ske, hvis ioner med samme ladning forsøgte at binde sig sammen?

Hvordan kunne man finde på sin egen måde at huske, hvem der afgiver og hvem der modtager elektroner?

Kan man danne stoffer med ioner, hvor der ikke er en perfekt elektrisk balance – og hvad ville der ske i så fald?

Hvordan ville det være, hvis vi navngav mennesker på samme måde som stoffer – ud fra hvem vi "binder os til"?

Hvordan kan flere atomer arbejde sammen og opføre sig som én ion – hvad "holder dem sammen"?

Kapitel 4: Kemiske reaktioner og afstemning af dem

Indledning

I forrige kapitel så vi på ioner og ionbindinger. Atomerne ville gerne have 8 elektroner i yderste elektronskal ligesom ædelgasserne. For at få dette blev de nødt til at afgive eller optage elektroner. På denne måde fik de enten en positiv eller negativ ladning og var nu ikke længere atomer, men blev kaldt ioner. I dette kapitel skal vi se nærmere på de kemiske reaktioner, som disse ioner kan indgå i. Nogle reaktioner gør ikke meget væsen af sig, mens andre udvikler voldsom energi, eksploderer eller frigiver giftige gasarter. Kemiske reaktioner er en fascinerende del af naturvidenskaben, men bag dem ligger en mere kompleks forståelse, især når det gælder at afstemme reaktionsligninger.

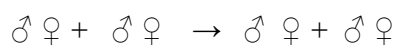
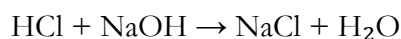
Afsnit 1. Kemiske bindinger

En kemisk forbindelse, der består af ioner, vil oftest bestå af en metal-ion og en ikke-metal ion. Metallet afgiver elektroner og bliver positiv, og ikke-metallet modtager elektroner og bliver negativ. Det sker, fordi begge gerne vil ligne ædelgasserne, som – bortset fra helium – har 8 elektroner i yderste elektronskal. Sidste kapitel viste, hvordan natrium og klor kan danne NaCl (NatriumChlorid). *Men hvad nu hvis elektrontallet ikke passer?* Magnesium vil afgive 2 elektroner, og klor vil kun modtage 1. Det løses ved, at magnesium binder sig til to klor-atomer: MgCl_2 .

Der findes også sammensatte ioner. I svovlsyre (H_2SO_4) er sulfat (SO_4^{2-}) den sammensatte, negativt ladede ion, som modtager 2 elektroner – én fra hver af de to hydrogenatomer. I kulsyre (H_2CO_3) findes carbonat (CO_3^{2-}), og i salpetersyre (HNO_3) findes nitrat (NO_3^-), som kun modtager én elektron. I baser finder vi ofte hydroxid (OH^-), fx i natriumhydroxid (NaOH), som bruges i afløbsrens.

Afsnit 2. Simple kemiske reaktioner

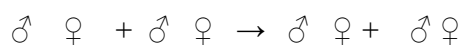
Kemiske forbindelser kan reagere med hinanden, nogle gange med varmeudvikling eller eksplosioner. De mest simple reaktioner er syre-base-reaktioner. Her neutraliserer syren og basen hinanden, og der dannes salt og vand. Et klassisk eksempel er saltsyre og NatriumHydroxid:



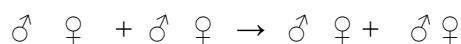
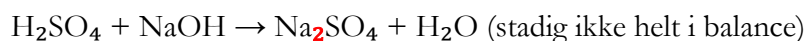
Man kan tænke på det som dansepar, hvor H og Na er drenge og Cl og OH er piger. Efter et dansebytte opstår et nyt par: NaCl og H₂O (vand).

Afsnit 3. Oktetreglen og kemiske reaktioner

Reaktionen ovenfor er enkel, og de produkter, der dannes, overholder oktetreglen. Na afgiver 1 elektron, Cl modtager 1. Begge ender med 8 i yderste skal. *Men hvad hvis man erstatter HCl med H₂SO₄ (svovlsyre)?*



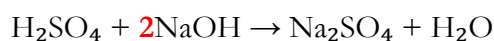
Sulfat (SO₄²⁻) skal modtage 2 elektroner, men her får den kun én fra én natrium. For at det skal gå op og overholde oktetreglen, skal der bruges to natrium ioner:



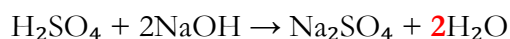
Det ser bedre ud, men nu er der ubalance i antallet af atomer - der er ikke det samme antal atomer som kommer ind som også kommer ud. Derfor skal reaktionen afstemmes korrekt.

Afsnit 4. Afstemning af reaktionsligninger

Det er vigtigt, at der kommer lige mange atomer ind og ud. Man kan ikke skabe eller forsvinde stof ud af ingenting. I reaktionen ovenfor er der 2 Na på højre side, men kun 1 NaOH på venstre. Derfor må vi skrive:



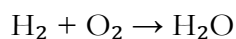
Ved at tilføje et ekstra NaOH-molekyle får vi to natriumioner, som hver kan afgive én elektron til sulfationen, der har brug for to. Men samtidig tilføjer vi nu også to OH⁻-ioner og har to H⁺-ioner fra H₂SO₄. Disse kombineres til to vandmolekyler (2H₂O).



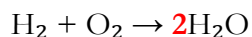
Derfor skal der stå 2H₂O på højre side af reaktionen. Nu er både natrium, hydrogen, oxygen og svovl i balance, og reaktionen er korrekt afstemt.

Afsnit 5. Termiske reaktioner – Knaldgas

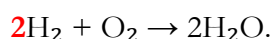
Nogle kemiske reaktioner frigiver så meget energi, at de bliver eksplosive. En berømt reaktion er *knaldgas*, som er en blanding af hydrogen og oxygen. Hvis man tænder ild til blandingen, sker reaktionen:



Ved første tanke kunne man tro, at hydrogen (H_2) og oxygen (O_2) dannede brintoverilte (H_2O_2), men i virkeligheden dannes vand. Oktetreglen er overholdt: oxygen mangler 2 elektroner og kan få dem fra to hydrogenatomer. Men hvis man ikke afstemmer reaktionen korrekt, ville der være uens antal atomer på hver side. Der mangler et oxygenatom på højre side. For at opnå balance må man derfor indsætte 2 H_2O på højre side: $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Nu er der 2 oxygenatomer og 4 hydrogenatomer på højre side.



For at der også er 4 hydrogenatomer på venstre side, må man indsætte 2 H_2 på venstre side:



Denne fuldt afstemte reaktion viser, at man skal blande dobbelt så meget hydrogen som oxygen for at få en eksplosiv blanding. Det specielle ved denne forbrænding er at der kun laves vand og ikke som i en normal forbrænding vand og CO_2 . Det er derfor at Hydrogen måske kan være fremtidens brændstof hvis man skal komme globalopvarmning til livs.

Afsnit 6. Respiration af glukose

Ikke alle kemiske reaktioner er lige enkle. Respiration i kroppen er en kemisk reaktion, hvor glukose (sukker) omdannes til energi, CO_2 og vand. Reaktionen lyder:



Men den er ikke afstemt. Der er 6 carbonatomer i glukose, så der må dannes 6 CO_2 på højre side. Der er 12 hydrogen på venstre side, så der skal dannes 6 H_2O på højre side. På højre side er der nu 6 CO_2 og 6 $\text{H}_2\text{O} = 18$ oxygenatomer.



På venstre side skal vi derfor have 6 O₂ for at give 12 oxygenatomer, sammen med de 6 i glukosen.

Den fuldt afstemte reaktion er altså:



Denne reaktion foregår hele tiden i dine celler og giver den energi, du bruger til at tænke, bevæge dig og holde varmen.

Afslutning

Kemiske reaktioner findes ikke kun i fysik- eller biologilokalet – de sker hele tiden omkring dig og inde i dig. Måske har du prøvet at bruge en kølepose, der bliver iskold, når man knækker den. Det er også en kemisk reaktion – en endoterm reaktion, som optager varme og dermed køler. Når du starter din benzinbil, arbejder en kemisk reaktion i motoren. I dette kapitel har vi især set på ionbindinger og deres reaktioner. Men der findes også andre former for bindinger, fx kovalente bindinger, som vi skal se nærmere på i næste kapitel.

Nøglebegreb	Forklaring

Arbejdsspørgsmål:

Hvad går en ionbinding og oktetreglen ud på?

Forklar hvorfor der skal være 2 Kloratomer til en Magnesium?

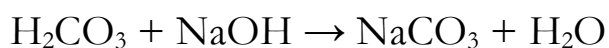
Hvad hedder de mest almindelige sammensatte ioner og hvor mange elektroner tager de?

Navn	Kemisk formel	Antal Elektroner
Nitrat		
Sulfat		
Carbonat		
Hydroxid		

Færdiggør den kemiske reaktion:

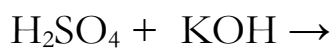


I den følgende kemiske reaktion er oktetreglen på højre side ikke afstemt. Kan du gøre så NaCO_3 overholder oktetreglen?



Nu er reaktionen ikke afstemt idet antallet af atomer der kommer ind ikke stemmer med det antal der kommer ud. Kan du afstemme:

Kan du afstemme følgende reaktioner:



I en almindelig forbrænding opstår vand og CO_2 . På hvilken måde afskaller forbrændingen af Hydrogen sig fra dette?

Undringsspørgsmål:

Hvordan ville verden se ud, hvis elektroner ikke kunne flytte sig mellem atomer?

Hvorfor bliver nogle kemiske reaktioner voldsomme (eksplosive), mens andre foregår stille og roligt?

Hvordan “ved” atomer og ioner, hvem de skal danne bindinger med?

Hvorfor er det vigtigt, at der er helt nøjagtigt lige mange atomer på hver side af reaktionspilen – hvad ville der ske, hvis der ikke var?

Hvis hydrogen kun danner vand, hvorfor bruger vi det ikke allerede overalt som brændstof?

Hvad er det, der gør nogle kemiske reaktioner eksplosive og andre ikke – selvom de ser ens ud på papiret?

Hvordan kan kroppen “styre” en reaktion, som på papiret kan frigive voldsom energi – uden at eksplodere?

Kapitel 5: Kovalente bindinger og atmosfæren

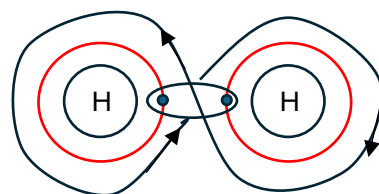
Indledning

I forrige kapitel så vi på kemiske reaktioner og lærte at afstemme dem korrekt. I dette kapitel skal vi se på, at ikke alle atomer bindes sammen ved ionbindinger. Nogle danner helt andre, meget tætte bindinger kaldet kovalente bindinger.

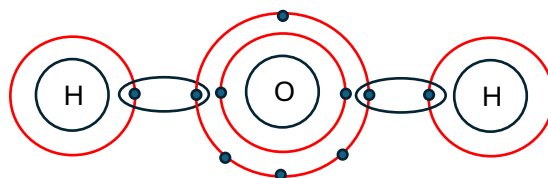
Afsnit 1. Hvad er en kovalent binding?

Kovalente bindinger opstår mellem to ikke-metaller fra det periodiske system. I en kovalent binding vælger to atomer at dele et elektronpar for at opnå 8 elektroner i deres yderste elektronskal og dermed ligne de stabile ædelgasser. Denne stræben efter 8 elektroner kaldes *oktetreglen*, og den styrer både ion- og kovalente bindinger.

For at forstå det bedre, kan vi kigge på hydrogen (H_2). Et hydrogenatom har kun 1 elektron og ønsker at få 2 elektroner ligesom Helium. Når to hydrogenatomer mødes, "*lægger*" de hver deres elektron i en fælles pulje, så de kan dele dem. Elektronparret



bevæger sig skiftevis hurtigt omkring begge kerner, så det ser ud, som om begge atomer hele tiden har to elektroner. Selvom de teknisk set kun ejer én elektron hver, får de adgang til to ved at dele, og opnår dermed en stabil tilstand.



Afsnit 2. Vand og stregformler

Vand, H_2O , er et andet eksempel på et stof som bindes sammen med kovalente bindinger. Hvert hydrogenatom vil dele ét elektron, mens oxygenatomet, som har 6 elektroner i yderste elektronskal, mangler 2 for at nå 8. Derfor laver oxygen to bindinger – én til hver hydrogen.

For at gøre tegningen af molekyler nemmere bruger kemikere *stregformler*. Hver streg mellem atomerne svarer til én delt elektronparbinding. Flere streger (fx to eller tre) betyder dobbelt- eller tripelbindinger.



Afsnit 3. Huskereglen om de højhælede sko

For at huske, hvad en kovalent binding er, kan vi bruge en lille historie: Forestil dig to piger, som begge vil have et par dyre højhælede sko, men kun kan købe dem sammen. De deles om skoene ved at skiftes til at gå med dem. For omgivelserne ser det ud som om begge piger har deres egne sko. Det samme sker mellem atomerne – de "*deler*" elektroner der bevæger sig så hurtigt, at de ser ud som om de hver har fuld elektronskal.



Men! Ikke alle piger er lige gode til at gå i højhælede sko. Oxygen „holder“ på elektronerne lidt bedre end hydrogen. Det betyder, at oxygen får en svag negativ ladning, mens hydrogen bliver svagt positivt. Dette kaldes en polær binding. Det er grunden til, at du kan bøje en vandstråle med et elektrisk ladet rør – og til at olie og vand ikke kan blandes.

Afsnit 4. Gasser i atmosfæren

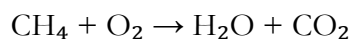
Kovalente bindinger findes ikke kun i vand – de findes overalt i atmosfæren.

- Nitrogen (N₂): 78 % af luften består af nitrogen, som på dansk kaldes kvælstof. Nitrogen har 5 elektroner i yderste skal og danner 3 kovalente bindinger med et andet nitrogenatom.
- Oxygen (O₂): 21 % af luften består af oxygen (ilt). Oxygen har 6 elektroner i yderste skal og danner 2 kovalente bindinger.
- Carbondioxid (CO₂): Kun 0,04 % af atmosfæren er CO₂, men denne gas spiller en stor rolle i drivhuseffekten. Carbon har 4 elektroner i yderste skal og laver 2 dobbeltbindinger til hver oxygenatom.

Afsnit 5. Oxygens rolle i forbrænding

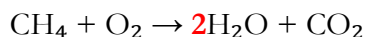
Oxygen spiller en nøglerolle i forbrænding, hvor der udvikles energi. Denne proces sker i din krop (respiration) og i bål, motorer og stearinlys.

Lad os tage et eksempel - forbrænding af metan (CH₄), som findes i naturgas:

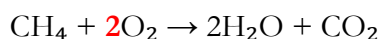


Men denne reaktion er ikke afstemt korrekt. Lad os gå mere grundigt til værks:

Metan (CH_4) har 4 hydrogenatomer, men i produktet (H_2O) er der kun 2 hydrogenatomer per vandmolekyle. Derfor skal vi bruge 2 vandmolekyler for at få alle 4 hydrogenatomer med. Når vi skriver $2\text{H}_2\text{O}$ på højre side, har vi nu 4 hydrogenatomer på både højre og venstre side.



På højre side har vi nu 2 oxygenatomer fra de to vandmolekyler og 2 oxygenatomer fra ét CO_2 -molekyle, altså i alt 4 oxygenatomer. På venstre side kommer oxygen kun fra O_2 -molekyler, hvor hvert molekyle består af 2 oxygenatomer. Derfor skal vi bruge 2 O_2 -molekyler for at få 4 oxygenatomer.

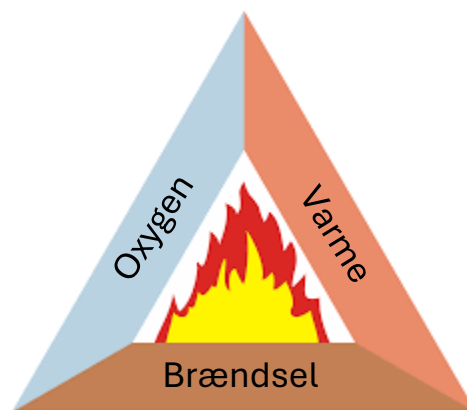


Nu er der balance i antallet af hydrogen-, oxygen- og carbonatomer.

Afsnit 6. Brandtrekanten

For at noget kan brænde, skal tre ting være til stede: *oxygen, varme og brændsel*. Dette kaldes brandtrekanten. Brandtrekanten hjælper os med at forstå, hvorfor en ild opstår, og hvordan vi kan slukke den. Hvis bare én af de tre ting fjernes, kan ilden ikke fortsætte.

- Oxygen er nødvendigt, fordi forbrænding er en kemisk reaktion med oxygen. Uden oxygen kvæles ilden.
- Varme er nødvendigt for at starte og opretholde forbrændingen. Varme sørger for, at molekylerne har energi nok til at reagere.
- Brændsel er det materiale, som faktisk brænder, som træ, benzin eller papir.



Når brandmænd sprøjter vand på en brand, gør de det for at fjerne varmen og samtidig skabe damp, der kan fortrænge noget af oxygenet omkring ilden.

CO_2 -slukkere bruges især indendørs, fordi de lægger en "*dyne*" af kuldioxid over ilden. CO_2 er tungere end oxygen og fortrænger derfor oxygen og kvæler branden effektivt.

Ved skovbrande arbejder brandfolk ofte med at fjerne brændsel ved at lave brandbælter – områder uden vegetation, som ilden ikke kan sprede sig over.

En vigtig advarsel:

Hæld aldrig vand på en brændende oliebrand! Vand synker ned under olien, bliver til damp på et splitsekund og kan slynge den brændende olie ud i store stikflammer. I stedet bør du kvæle branden ved at lægge et låg eller en brandslukker over.

Ved at forstå brandtrekanten kan man bedre se, hvorfor forskellige slukningsmetoder virker – og hvorfor det er vigtigt hurtigt at handle rigtigt ved ildebrand.

Afslutning

I dette kapitel har vi set, hvordan kovalente bindinger spiller en afgørende rolle i alt fra vandmolekyler til de gasarter, vi konstant er omgivet af. Vi har også lært, hvordan oxygen ikke blot holder vores liv i gang gennem respiration, men samtidig er en vigtig ingrediens i forbrænding, hvor energi frigives. Ved at forstå brandtrekanten har vi opdaget, hvordan man kan kontrollere og bekæmpe ild ved at angribe en af de tre nødvendige betingelser. Næste gang du ser på et stearinlys, en knitrende ild eller bare tager en dyb indånding, så husk, at alt dette i bund og grund handler om bittesmå elektroner, der deles mellem atomer og danner stærke kovalente bindinger – de usynlige bånd, der holder vores verden sammen.

Nøglebegreb	Forklaring

Arbejdsspørgsmål:

Hvilke typer atomer indgår i en kovalent binding?

Forklar hvad en kovalent binding går ud på?

Hvad er et polært stof som vand- hvad har det med kovalente bindinger at gøre?

Forklar hvad de kovalente bindinger har med et upolært stof som olie at gøre?

Kan du skrive følgende stoffer på stregformel:

CH₄

Cl₂

O₂

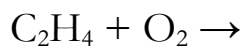
CH₃OH

CO₂

Hvilken gasart er der mest af i atmosfæren?

Prøv at forestille dig at du havde utrolig dårlige lunger som ikke så godt kunne optage Oxygen fra luften. Forestil dig nu at du kunne ændre på gassammensætningen af den luft du indåndede. Hvad ville du ændre på og hvorfor?

Kan du færdiggøre forbrændingen af Ethylen:



Ekstra: Kan du færdiggøre forbrændingen af Alkohol



Prøv at forestille dig at der opstår en brand i din stue. Det kunne f.eks. være i et tørt juletræ. Hvordan vil du bruge brandtrekanten så du hjælper brandmændene på bedst mulig måde?

Der er opstået en brand i en frituregryde og olien brænder. Hvad vil du gøre?

Undringsspørgsmål:

Hvordan kan en enkelt atomtype “trække” hårdere i elektroner end en anden – hvad bestemmer det?

Hvis olie og vand ikke kan blandes, hvordan kan kroppen så optage både fedt og vand på samme tid?

Hvad tror du ville ske, hvis CO_2 pludselig udgjorde 10 % af luften i stedet for 0,04 %?

Hvad ville der ske, hvis vi levede i en atmosfære med dobbelt så meget oxygen?

Hvordan ville verden være anderledes, hvis alle molekyler i luften reagerede lige så nemt som hydrogen og oxygen i knaldgas?

Hvorfor vælger nogle atomer at dele elektroner, mens andre hellere vil “stjæle” dem helt (ionbinding)?