



**KEMI 1:
REPETITION INFÖR KURSPROVET
(C-NIVÅ ELLER HÖGRE)
NIKLAS DAHRÉN**



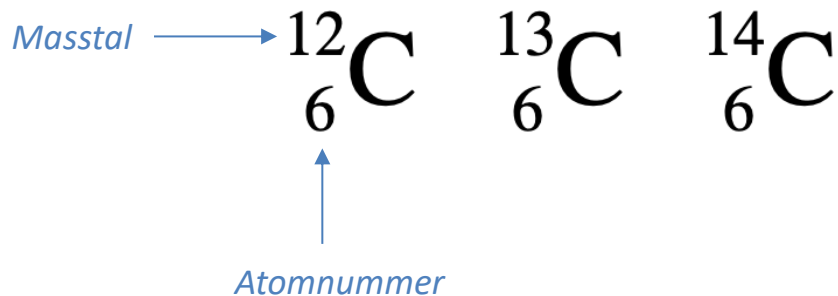
BLOCK 1: KEMINS GRUNDER

NIKLAS DAHRÉN



Kemisk beteckning av isotoper

- ✓ **Kemisk beteckning av isotoper:** Masstalet skrivs uppe till vänster medan atomnumret skrivs nere till vänster. Ibland anges även antalet neutroner, dessa skrivs då nere till höger. Är atomen laddad (en jon), då skrivs laddningen uppe till höger.
- ✓ **De tre vanligaste isotoperna av kol betecknas på följande sätt:**



OBS: Ibland anges enbart masstalet eftersom atomnumret alltid är detsamma om det handlar om samma grundämne.

- ✓ **Alternativ beteckning/namngivning av de tre kolisotoperna:** Kol-12, Kol-13, Kol-14.

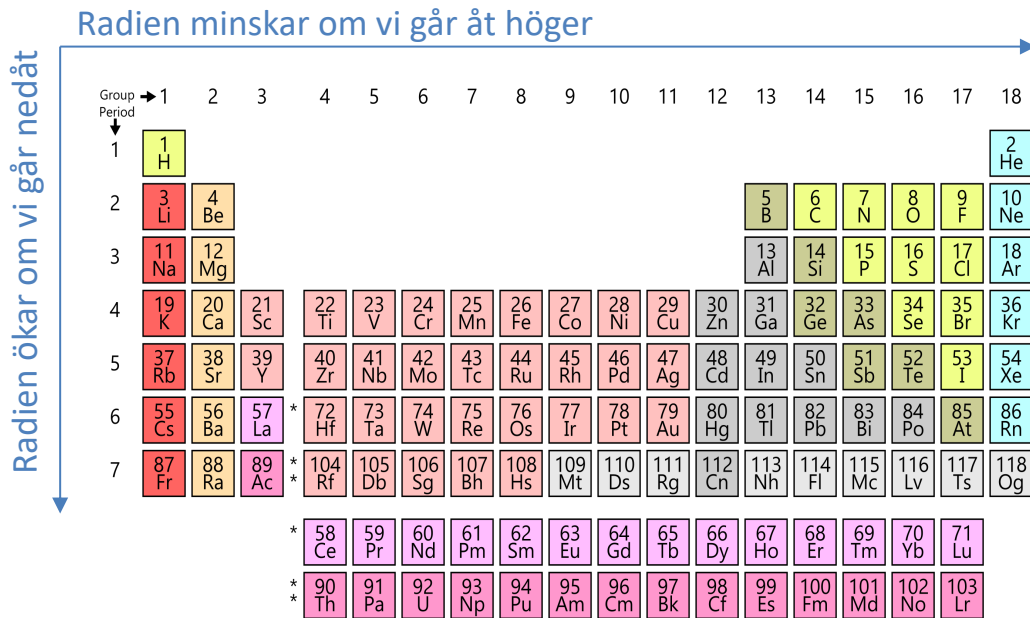
Atomernas radie kan jämföras med hjälp av det periodiska systemet

✓ Atomradien minskar åt höger i en period:

Om vi går åt höger i en period så tillkommer det fler protoner i atomkärnan. Fler protoner i atomkärnan innebär att atomkärnan blir bättre på att attrahera och dra åt sig elektronerna. Detta leder till att valenselektronerna och det yttre skalet kommer närmare atomkärnan vilket ger en mindre atomradie.

✓ Atomradien ökar nedåt i en grupp:

Atomradien ökar nedåt i en grupp p.g.a. att fler elektronskal tillkommer. Avståndet från atomkärnan till valenselektronerna och det yttre skalet blir längre ju fler elektroner och skal atomen har.



Valenselektronernas energi kan jämföras med hjälp av det periodiska systemet

- ✓ **Energi:** Med energi menas i detta fall rörelse eller förmåga till rörelse.
- ✓ **Energin ökar när vi går nedåt p.g.a. fler skal (större atomradie):** Fler skal innebär att valenselektronerna känner av och attraheras mindre av atomkärnan. Valenselektronerna får därför mer energi och kan lossna lättare. Atomernas förmåga att hålla i och attrahera elektroner (elektronegativiteten) minskar alltså när vi går nedåt i en grupp.

Energin minskar om vi går åt höger

Energin ökar om vi går nedåt

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Period 1	1 H																	2 He
Period 2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
Period 3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
Period 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
Period 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
Period 6	55 Cs	56 Ba	57 La *	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
Period 7	87 Fr	88 Ra	89 Ac *	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
				* 58 Ce	* 59 Pr	* 60 Nd	* 61 Pm	* 62 Sm	* 63 Eu	* 64 Gd	* 65 Tb	* 66 Dy	* 67 Ho	* 68 Er	* 69 Tm	* 70 Yb	* 71 Lu	
				* 90 Th	* 91 Pa	* 92 U	* 93 Np	* 94 Pu	* 95 Am	* 96 Cm	* 97 Bk	* 98 Cf	* 99 Es	* 100 Fm	* 101 Md	* 102 No	* 103 Lr	

- ✓ **Energin minskar när vi går åt höger p.g.a. fler protoner:** Fler protoner innebär att valenselektronerna känner av och attraheras mer av atomkärnan och då får de mindre energi och lossnar inte lika lätt. Atomernas förmåga att hålla i och attrahera elektroner (elektronegativiteten) ökar alltså då vi går åt höger i en period.

Reaktiviteten i en grupp kan jämföras med hjälp av det periodiska systemet

✓ **Reaktivitet:** Hur lätt ett ämne reagerar med andra ämnen (t.ex. hur lätt det avger eller tar upp elektroner).

✓ **Reaktiviteten i grupp 1-2 ökar när vi går nedåt:** Ämnena i grupp 1 och 2 avger relativt lätt sina valenselektroner till andra ämnen (låg elektronegativitet). Reaktiviteten (hur lätt de avger) ökar nedåt i resp. grupp eftersom valenselektronerna sitter lösare/har mer energi ju längre bort från atomkärnan de sitter.

Reaktiviteten ökar om vi går nedåt

Group	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	57 La*	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	89 Ac*	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
				* 58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
				* 90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

Reaktiviteten ökar om vi går uppåt

✓ **Reaktiviteten i grupp 16-17 ökar när vi går uppåt:** De flesta ämnena i grupp 16-17 upptar relativt lätt elektroner från andra ämnen (hög elektronegativitet). Reaktiviteten (hur lätt de upptar) ökar därför om vi går uppåt i resp. grupp eftersom valenselektronerna som ska tas upp känner av atomkärnan bättre ju mindre radie atomen har.

Radioaktiva isotoper sönderfaller och bildar stabila isotoper

Radioaktiv isotop:
Instabil/energirik
atomkärna



Stabil isotop:
Stabil/energifattig
atomkärna



**Joniserande strålning
(alfa-, beta-, gammastrålning)**

Instabila/energirika atomkärnor:

1. Stora atomkärnor med alldeles för många repellerande protoner.
2. Atomkärnor som har en icke optimal fördelning mellan protoner och neutroner.

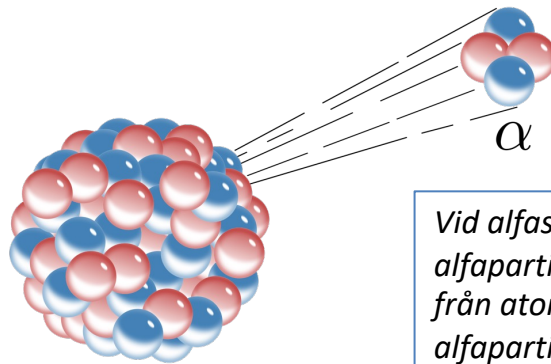
Stabila/energifattiga atomkärnor:

1. Atomkärnor som inte har för många repellerande protoner.
2. Atomkärnor med en optimal fördelning mellan protoner och neutroner.

Alfasönderfall sker om atomkärnan är för stor och innehåller för många protoner

- ✓ **Alfasönderfall:** Alfasönderfall innebär att atomkärnan delas i två bitar och att alfastrålning bestående av en alfapartikel (heliumkärna; 2 protoner + 2 neutroner) avges. Den atomkärna som då blir kvar är stabilare än den ursprungliga (innehåller färre protoner som repellerar varandra). Förutom alfastrålning så sänds som regel även gammastrålning ut (fotoner).

Uran-238 genomgår alfasönderfall:



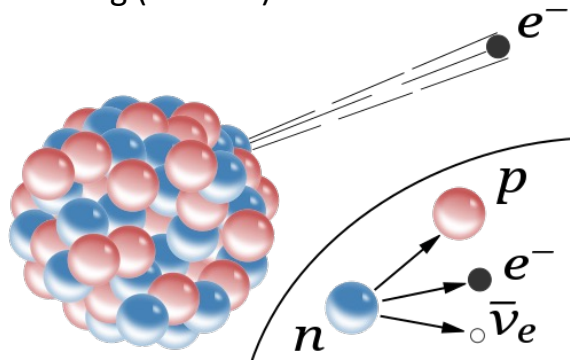
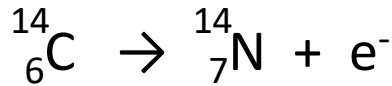
Vid alfasönderfallet sänds en alfapartikel (heliumkärna) ut från atomkärnan. När en alfapartikel sänds ut kallas det för alfastrålning. Resultatet blir en stabilare atomkärna.

- ✓ **Atomnumret och masstalet förändras:** Vid alfasönderfall minskar antalet nukleoner (protoner och neutroner) i atomkärnan, vilket ger både ett lägre atomnummer och ett lägre masstal. Det förändrade atomnumret innebär samtidigt att ett nytt grundämne/atomslog har bildats.

Betasönderfall sker om förhållandet mellan protoner och neutroner inte är optimalt

- ✓ **Betasönderfall:** Den vanligaste formen av betasönderfall innebär att atomkärnans fördelning mellan protoner och neutroner förändras genom att en neutron omvandlas till en proton, en elektron och en antineutrino; $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$. Protonen stannar kvar medan övriga partiklar avges från atomen. Den atomkärna som då bildas är stabilare än den ursprungliga. Elektronen kallas för en betapartikel och när den avges så kallar man det för betastrålning. Förutom betastrålning sänds som regel även gammastrålning (fotoner) ut.

Kol-14 genomgår betasönderfall:



Vid betasönderfallet omvandlas en neutron till en proton, en elektron och en antineutrino. Elektronen kallas för betapartikel och när den avges kallas det för betastrålning. Resultatet blir en stabilare atomkärna.

- ✓ **Atomnumret förändras medan masstalet är oförändrat:** Vid betasönderfall förblir masstalet detsamma eftersom totala antalet nukleoner (protoner och neutroner) inte förändras. Fördelningen mellan protonerna och neutronerna förändras dock, vilket ger ett annat atomnummer. Vid den vanligaste formen av betasönderfall så blir atomnumret högre (+1). Det förändrade atomnumret innebär samtidigt att ett nytt grundämne/atomslag har bildats.

Uppgift 1:

^{230}Th är en isotop av det radioaktiva grundämnet torium. Antag att en atom av denna isotop utstrålar en alfa-partikel. Vilket atomnummer, masstal och kemisk beteckning har atomen som bildas då alfa-partikeln har avgivits?

Lösning:

Atomnummer: Först måste vi ta reda på atomnumret för torium. I det periodiska systemet ser vi att det är 90. En alfa-partikel består av 2 protoner och 2 neutroner. Om 2 protoner försvinner så blir det nya atomnumret 88 ($90 - 2 = 88$).

Masstal: Om totalt 4 kärnpartiklar/nukleoner försvinner så blir det nya masstalet 226 ($230 - 4 = 226$).

Kemisk beteckning: För att lista ut detta måste vi leta upp atomen som har atomnummer 88 i det periodiska systemet. Vi ser att det är radium, med beteckningen "Ra".

Svar: $^{226}_{88}\text{Ra}$

Atomnummer: 88

Masstal: 226

Kemisk beteckning: Ra (radium)

Uppgift 2:

En atom av isotopen ^{90}Sr genomgår ett betasönderfall. Vilket atomnummer, masstal och kemiskt tecken har atomen som bildas när beta-partikeln avges?

Lösning:

Atomnummer: Först måste vi ta reda på atomnumret för Sr (strontium). I det periodiska systemet ser vi att det är 38. En beta-partikel bildas när en neutron omvandlas till bl.a. en proton och en elektron. Om en proton tillkommer så blir det nya atomnumret 39 ($38+1=39$).

Masstal: En neutron försvinner, samtidigt som en proton bildas, vilket innebär att det totala antalet kärnpartiklar är oförändrat. Masstalet är därför fortfarande 90 ($90+0=90$).

Kemisk beteckning: För att lista ut detta måste vi leta upp atomen som har atomnummer 39 i det periodiska systemet. Vi ser att det är yttrium, med beteckningen "Y".

Svar: $^{90}_{39}\text{Y}$

Atomnummer: 39

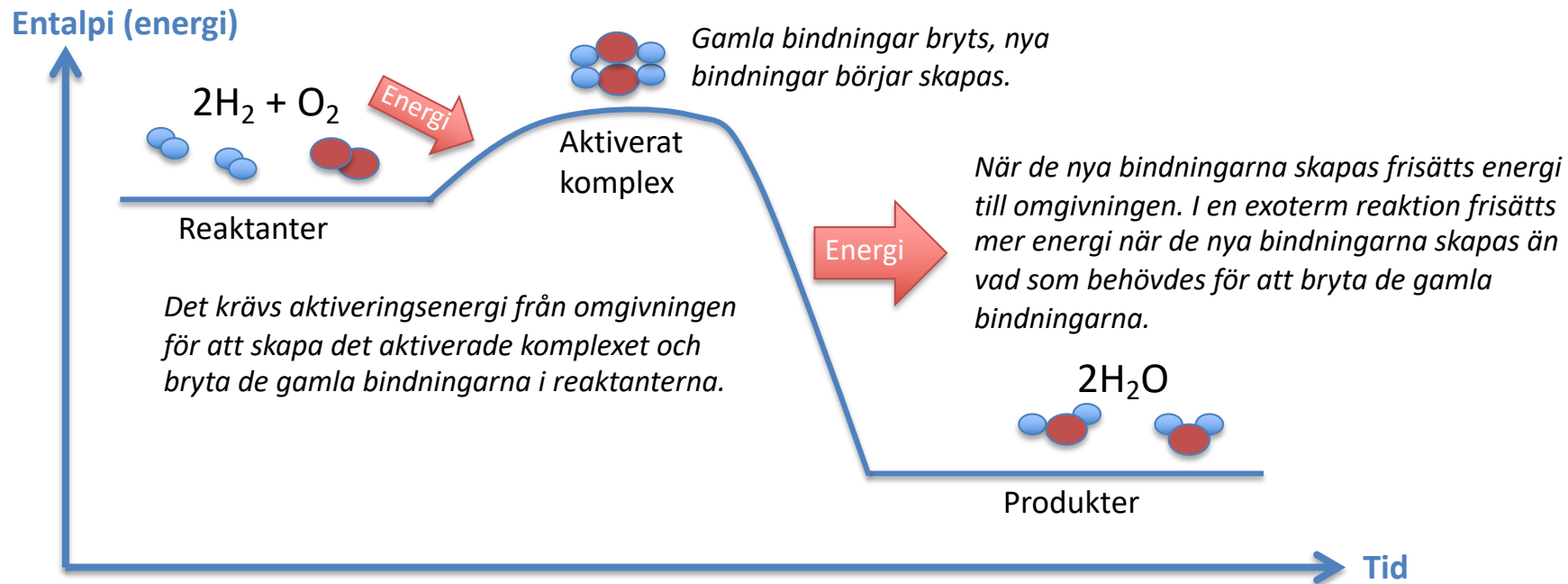
Masstal: 90

Kemisk beteckning: Y (yttrium)

Aktiveringsenergi

- ✓ **Aktiveringsenergi:** Den energi som behövs för att starta en kemisk reaktion kallas för "aktiveringsenergi". Alla reaktioner kräver någon form av aktiveringsenergi, det gäller både endoterma och exoterma reaktioner. Aktiveringsenergin består ofta av värme från omgivningen. För en del reaktioner räcker det med rumstemperatur för att kunna ske, medan andra reaktioner behöver extra värmeförsel.
- ✓ **Reaktanterna krockar med högre hastighet:** Aktiveringsenergin (ofta värme) gör så att reaktanterna krockar med högre hastighet och/eller att bindningarna börjar vibrera kraftigt vilket får de gamla bindningarna att brytas lättare. När nya bindningar skapas frisätts energi till omgivningen.
- ✓ **Kedjereaktion:** Aktiveringsenergin startar igång de första reaktionerna men sedan är ofta övriga reaktioner "självgående" eftersom varje reaktion frisätter värmeenergi som kan fortsätta driva övriga reaktioner. Det fungerar ungefär som en kedjereaktion.
- ✓ **Exoterma reaktioner:** Exoterma reaktioner kräver aktiveringsenergi för att starta men frisätter sedan ännu mer energi.
- ✓ **Endoterma reaktioner:** Endoterma reaktioner kräver hög aktiveringsenergi för att starta och frisätter sedan en mindre mängd energi.

Entalpidiagram (energidiagram) för en exoterm reaktion inkl. den aktiveringsenergi som krävs

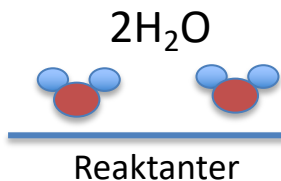


- ✓ Detta är ett mer komplext entalpidiagram över en exoterm reaktion, som även inkluderar den aktiveringsenergi som krävs för att reaktionen ska kunna ske. Exoterma reaktioner kräver aktiveringsenergi för att starta men frisätter sedan ännu mer energi. Nettot blir alltså att energi frisätts vid en exoterm reaktion.

Entalpidiagram (energidiagram) för en endoterm reaktion inkl. den aktiveringsenergi som krävs

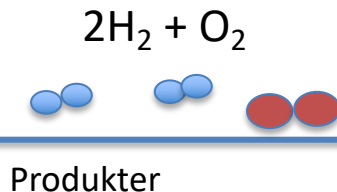
Entalpi (energi)

I en endoterm reaktion krävs det mycket aktiveringsenergi från omgivningen för att skapa det aktiverade komplexet och bryta de gamla bindningarna i reaktanterna.



Aktiverat komplex

Gamla bindningar bryts, nya bindningar börjar skapas.

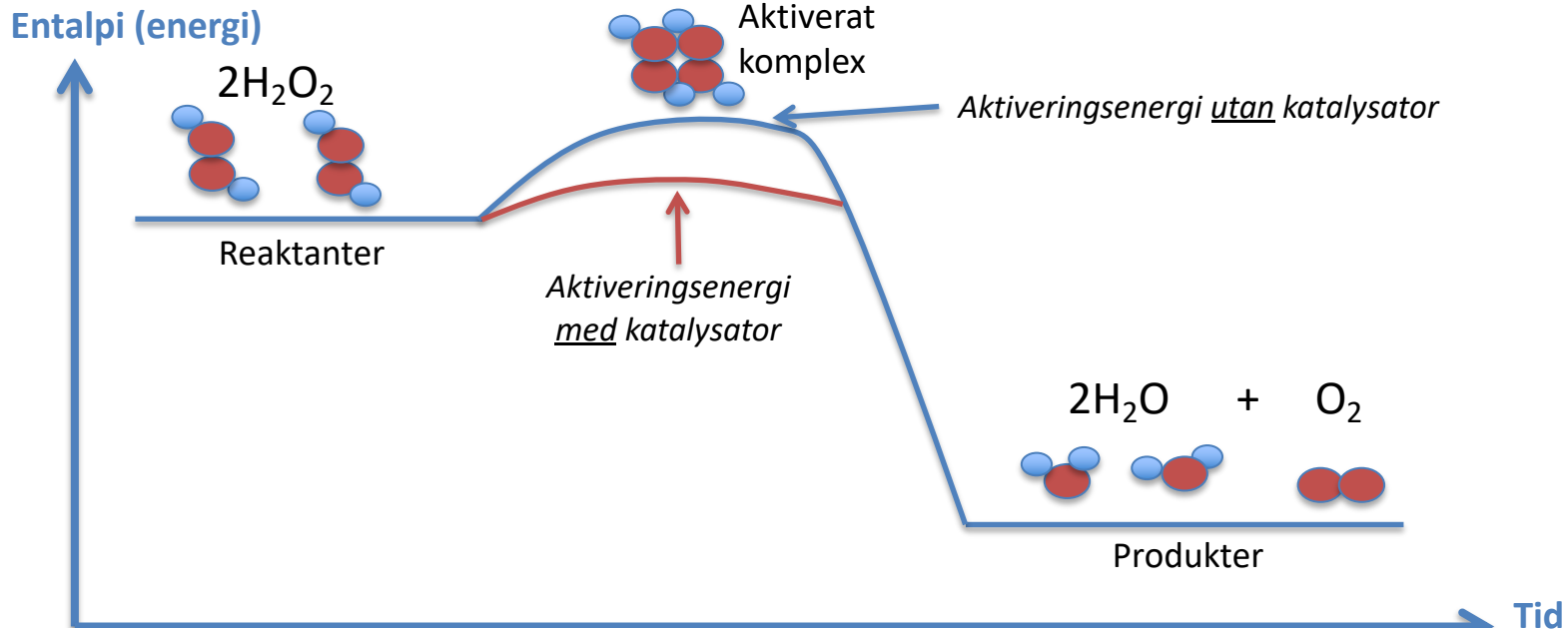


När de nya bindningarna skapas frisätts energi till omgivningen. I en endoterm reaktion frisätts mindre energi när de nya bindningarna skapas än vad som behövdes för att bryta de gamla bindningarna.

Tid

- ✓ Detta är ett mer komplext entalpidiagram över en endoterm reaktion, som även inkluderar den aktiveringsenergi som krävs för att reaktionen ska kunna ske. Endoterma reaktioner kräver hög aktiveringsenergi för att starta och frisätter sedan en mindre mängd energi. Nettot blir alltså att energi upptas vid en endoterm reaktion.

Katalysatorer sänker aktiveringsenergin och påskyndar kemiska reaktioner



- ✓ **Katalysatorernas funktion:** Katalysatorer binder reaktanterna, låter dessa komma i kontakt med varandra på ett optimalt sätt (rätt vinkel etc.) och försvagar på olika sätt de gamla bindningarna. Det behövs därför inte lika mycket aktiveringsenergi för att uppnå det aktiverade komplexet och få reaktionen att ske. Man kan säga att katalysatorer är vägvisare som erbjuder en alternativ och lättare väg för reaktionen.

Följande regler ska vara uppfyllda för att en reaktionsformel ska vara balanserad

1. **Massbalans:** Antalet atomer/joner av varje ämne ska vara lika många på vänster och höger sida.

Följande reaktionsformel har <u>inte</u> massbalans:	Följande reaktionsformel har massbalans:
$\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

2. **Laddningsbalans:** Antalet positiva och/eller negativa laddningar ska vara lika många på vänster och höger sida.

Följande reaktionsformel har <u>inte</u> laddningsbalans:	Följande reaktionsformel har laddningsbalans:
$\text{Ag}^+ + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Ag}$	$2\text{Ag}^+ + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{Ag}$

Balanseringsmetoden:

- 1. Skriv ned den obalanserade reaktionsformeln:** Skriv ned de kemiska beteckningarna för reaktanterna resp. produkterna och en reaktionspil mellan dessa. Rita ett streck över reaktionspilen för att visa att reaktionsformeln inte är balanserad.
- 2. Gör en tabell:** Gör en tabell som visar hur många atomer/joner det finns av varje ämne till vänster resp. till höger om reaktionspilen samt antalet laddningar (jonladdningar). Tabellen visar vad som behöver justeras för att få reaktionsformeln balanserad.
- 3. Rätta till antalet laddningar (laddningsbalans):** Om det finns jonladdningar måste laddningarna balanseras så att det är lika många på båda sidorna om reaktionspilen. **OBS:** Jonernas laddning får dock inte ändras utan lägg istället till fler joner så att laddningsbalans uppkommer på det sättet! Finns det inga laddningar så utgår detta steg.
- 4. Rätta till antalet atomer (massbalans):** Antalet atomer av respektive ämne måste vara lika många på båda sidorna om reaktionspilen. Börja med att rätta till de atomer det finns mest av. Ensamma grundämnen sparas alltid till slutet. Justera koefficienten på den sida där antalet atomer är lägst. **OBS:** Enbart siffran framför ämnet får ändras (ej nedsänkta siffror!).
- 5. Ändra till minsta möjliga heltal:** Kolla att koefficienterna har minsta möjliga heltal. Är det massbalans och laddningsbalans men inte minsta möjliga heltal så är reaktionsformel inte helt korrekt.
- 6. Uppdatera tabellen och ta bort strecket över pilen:** Avsluta med att uppdatera tabellen och kolla att allting stämmer. Ta bort strecket över reaktionspilen om reaktionsformeln är balanserad på ett helt korrekt sätt (mass- och laddningsbalans).

Uppgift 1:

Metan (CH₄) reagerar med syrgas och bildar vatten och koldioxid. Skriv en balanserad reaktionsformel.

✓ Lösning:

1. Skriv först ned de kemiska beteckningarna för reaktanterna resp. produkterna. Rita ett streck över pilen. Strecket visar att reaktionsformeln inte är balanserad.



2. Gör en tabell som visar hur många atomer det finns av varje ämne till vänster resp. till höger om reaktionspilen samt antalet laddningar (jonladdningar):

Atomer/laddningar:	Antalet till vänster:	Antalet till höger:	Balans:
Kolatomer (C):	1	1	Ja
Väteatomer (H):	4	2	Nej
Syreatomer (O):	2	3	Nej
Laddningar:	0	0	Ja

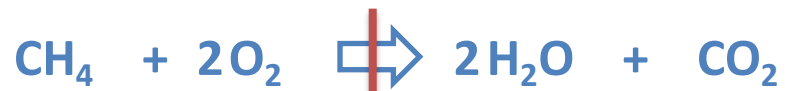
Tabellen visar att reaktionsformeln inte är balanserad och vad som behöver justeras för att få den i balans.

✓ Lösning:



3. Eftersom det redan från början var laddningsbalans så behöver det inte justeras.
4. För att få massbalans är det lämpligt att börja med att rätta till de atomer det finns mest av; antalet väteatomer. Ensamma grundämnen (som syre i det här fallet) sparar man alltid till slutet. Justera koefficienten på den sida där antalet atomer är lägst.
5. Antalet kolatomer behöver inte justeras. Antalet påverkades inte av att antalet väteatomer justerades.
6. Rätta till antalet syreatomer. Justera koefficienten på den sida där antalet syreatomer är lägst. **OBS:** När en 2:a skrevs framför H₂O ökade det också antalet syreatomer! Därför måste antalet syreatomer räknas igen innan koefficienten justeras.
8. Det sista som måste göras är att kolla att koefficienterna har minsta möjliga heltal. Är det massbalans och laddningsbalans men inte minsta möjliga heltal så är reaktionsformel inte helt korrekt. I detta fall går det inte att få ett lägre heltal eftersom vi redan har minsta möjliga heltal när det gäller CH₄ och CO₂.

✓ Lösning:



8. Uppdatera tabellen för att se om reaktionsformeln är korrekt balanserad.
9. Tabellen visar att reaktionsformeln är korrekt balanserad och därmed kan strecket över reaktionspilen tas bort.
10. Rätt svar är: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Tabellen visar att reaktionsformeln nu är balanserad!

Atom/laddningar:	Antalet till vänster:	Antalet till höger:	Balans:
Kolatomer (C):	1	1	Ja
Väteatomer (H):	4	4	Ja
Syreatomer (O):	4	4	Ja
Laddningar:	0	0	Ja



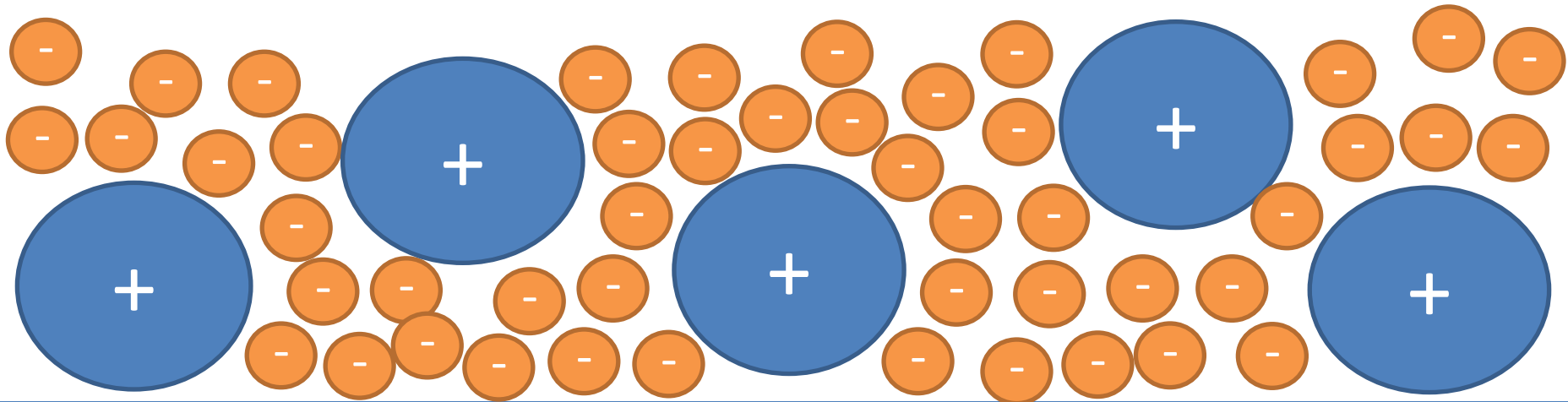
BLOCK 2: KEMISKA BINDNINGAR

NIKLAS DAHRÉN



Metallbindningar

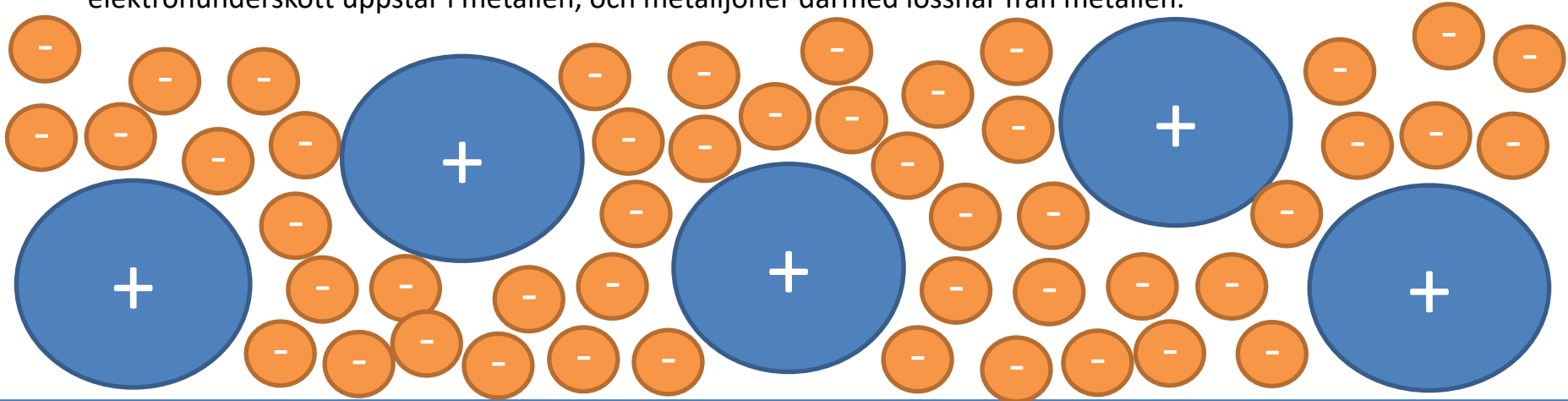
- 1. Delokaliserade valenselektroner skapar ett gemensamt elektronmoln (eller elektronhav):** I en bit metall ligger metallatomerna så pass nära varandra att deras valenselektroner rör sig i underskal/orbitaler ("elektronmoln") som överlappar varandra. Metaller har också låg elektronegativitet. Tillsammans möjliggör detta att valenselektronerna kan röra sig "fritt" i metallen mellan de olika metallatomerna. Man säger att elektronerna är *delokaliserade* (har ingen bestämd plats). De fria valenselektronerna skapar då ett gemensamt elektronmoln (eller elektronhav) i metallen.



Metallbindningar

2. **Det gemensamma elektronmolnet fungerar som ett "lim":** Metallatomerna kan lite förenklat ses som positivt laddade partiklar/joner (eftersom valenselektronerna har lossnat och rör sig fritt i metallen) och dessa attraheras av det gemensamma elektronmolnet. Elektronerna i det gemensamma elektronmolnet fungerar därmed som ett "lim" som håller ihop hela metallen.

OBS: Metallatomerna har inte förlorat elektronerna helt, utan dessa finns fortfarande kvar i själva metallen (men de byter plats hela tiden). Därför skriver man Na och inte Na^+ om vi t.ex. har en metallbit av natrium. "Riktiga" metalljoner uppkommer först när elektroner försvinner fullständigt från metallen till ett annat ämne, ett elektronunderskott uppstår i metallen, och metalljoner därmed lossnar från metallen.



Metallbindingens styrka

✓ Metallbindingens styrka påverkas bl.a. av:

- **Antalet delokaliserade elektroner:** Desto fler valenselektroner varje metallatom avger till det gemensamma elektronmolnet desto starkare blir attraktionen mellan "metalljonerna" och elektronmolnet (starkare "lim").
- **Antalet elektronskal:** Metallatomer med färre elektronskal (ger högre elektronegativitet) ger upphov till starkare metallbinding eftersom det kortare avståndet gör att attraktionen mellan elektronerna i det gemensamma elektronmolnet och de positiva atomkärnorna i "metalljonerna" blir mindre.
- **Nettoladdningen/effektiva kärnladdningen:** Metallatomer med större nettoladdning (ger högre elektronegativitet) ger upphov till starkare metallbinding eftersom dessa har en större förmåga att attrahera elektronerna i det gemensamma elektronmolnet.

Metall:	Antal valens- elektroner:	Antal elektronskal:	Netto- laddning:	Ungefärlig smältpunkt:
Natrium	1	3	+1	98 °C
Litium	1	2	+1	181 °C
Magnesium	2	3	+2	650 °C
Beryllium	2	2	+2	1287 °C

Exempel: Magnesium har högre smältpunkt än natrium, eftersom varje magnesiumatom avger dubbelt så många elektroner till det gemensamma elektronmolnet, jämfört med natrium. Magnesium har även en högre nettoladdning och en något mindre radie. Allt detta skapar en större attraktionskraft mellan de positiva "metalljonerna" och det gemensamma elektronmolnet.

Uppgift:

Har kalium (K) eller kalcium (Ca) högst smältpunkt?

✓ Lösning:

- **Kalcium har högst smältpunkt.** Kalcium har 842 °C medan kalium enbart har 63,5 °C.
- **Anledningen:** Anledningen är dels att kalcium har fler valenselektroner och dels att kalcium har en högre högre nettoladdning.
- **Fler valenselektroner:** Desto fler valenselektroner varje metallatom avger till det gemensamma elektronmolnet desto starkare blir attraktionen mellan "metalljonerna" och elektronmolnet (starkare "lim").
- **Högre nettoladdning:** Metallatomer med större nettoladdning (ger högre elektronegativitet) ger upphov till starkare metallbindning eftersom dessa har en större förmåga att attrahera elektronerna i det gemensamma elektronmolnet.

Uppgift 3:

a) Vad händer med radien när magnesium joniseras?

b) Vad händer med radien när klor joniseras?

Svar:

- a) Den minskar eftersom magnesium "förlorar" ett skal när den avger sina 2 valenselektroner.
- b) Den ökar litegrann eftersom klor får 1 extra elektron som kommer repellera de andra elektronerna litegrann (elektronerna i valensskalet kommer då ta upp lite mer plats).

Joniseringsenergi

- ✓ **Joniseringsenergi:** Den energi som krävs för att avlägsna en elektron från en atom (det är i regel valenselektronerna som avlägsnas) så att atomen blir till en jon.
- ✓ **Första joniseringsenergin:** Den energi som krävs för att avlägsna den första elektronen från en atom. Denna elektron avlägsnas från en oladdad atom.
- ✓ **Andra joniseringsenergin:** Den energi som krävs för att ta bort ytterligare en elektron från samma atom.
- ✓ **Tredje, fjärde etc. joniseringsenergin:** Varje elektron i atomen kan i teorin avlägsnas om vi tillsätter tillräckligt mycket energi. Den energi som krävs för att avlägsna den tredje elektronen kallas för tredje joniseringsenergin etc.
- ✓ **Elektronegativiteten påverkar joniseringsenergin:** Det krävs en högre joniseringsenergi för att avlägsna elektroner från ämnen med hög elektronegativitet jämfört med ämnen som har låg elektronegativitet eftersom elektronerna då sitter hårdare bundna till atomkärnan.

Uppgift 6:

- a) Hos en magnesiumatom är den andra joniseringsenergin lite högre jämfört med den första joniseringsenergin. Förklara varför.
- b) Den tredje joniseringsenergin är mycket högre än den andra joniseringsenergin hos en magnesiumatom. Förklara varför.

Svar:

- a) Den första elektronen lämnar en oladdad atom. Den andra elektronen ska däremot lämna en laddad atom (en jon med laddningen +1). Det krävs därför mer energi för att den andra elektronen ska lossna.
- b) Magnesium har 2 valenselektroner. Båda dessa elektroner lämnar det tredje skalet. Skillnaden är därför inte så stor mellan deras joniseringsenergies. Den tredje elektronen ska däremot avges från det andra skalet som sitter betydligt närmare atomkärnan än det tredje skalet. Ju närmare atomkärnan desto hårdare sitter elektronerna fast.

Nettoladdningen (effektiva kärnladdningen) hos Mg^{2+} är +10 (jämfört med +2 hos Mg), eftersom det inte är lika många elektroner som avskärmar valenselektronerna från atomkärnan, vilket ytterligare försvårar för den 3:e elektronen att lämna.

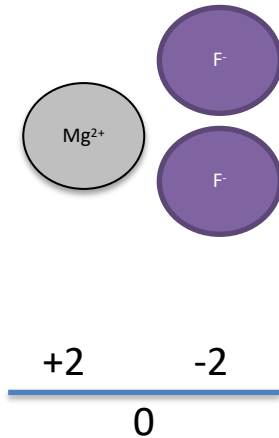
Uppgift 1:

Skriv den kemiska beteckningen på följande salter:

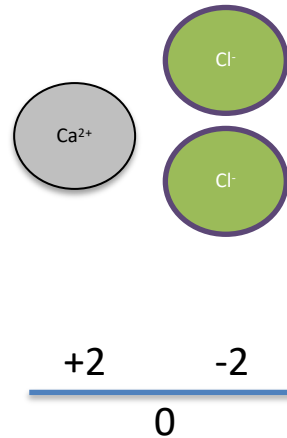
- Magnesiumfluorid
- Kalciumklorid
- Natriumoxid
- Magnesiumnitrid

Svar:

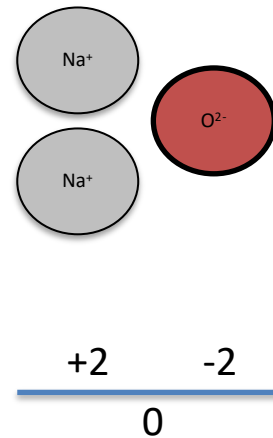
a) MgF_2



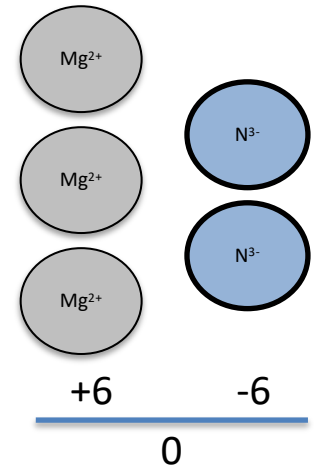
b) CaCl_2



c) Na_2O



d) Mg_3N_2



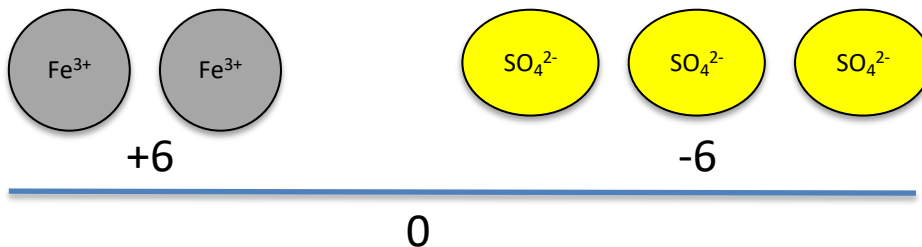
Uppgift 3:

Skriv formeln för det salt som består av jonerna Fe^{3+} och SO_4^{2-}

Svar:

Jonerna är; Fe^{3+} och SO_4^{2-}

Det ska vara laddningsbalans i saltet (lika många positiva och negativa laddningar). Om vi har 2 järnjoner och 3 sulfatjoner så blir det 6+ och 6- vilket alltså innebär laddningsbalans.



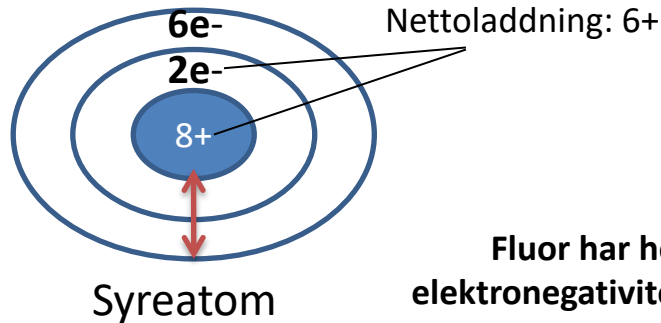
Vi skriver på följande sätt; $\text{Fe}^{3+}_2(\text{SO}_4^{2-})_3$ vilket kan förenklas; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

Atomernas elektronegativitet avgör vem som är bäst på att attrahera elektroner

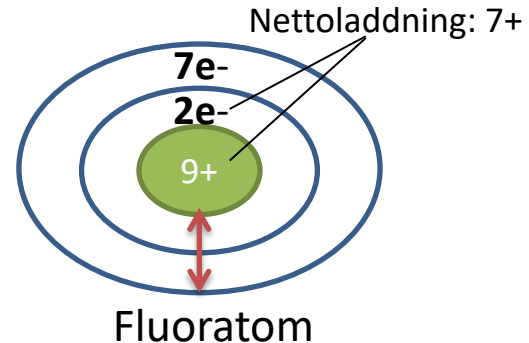
- ✓ **Hög elektronegativitet innebär** att atomen är bra på att attrahera valenselektroner (t.ex. de elektroner som ingår i bindningen mellan 2 atomer).
- ✓ **Följande faktorer avgör en atoms elektronegativitet:**
 - **Atomens radie:** Stor radie innebär att valenselektronerna inte känner av atomkärnan i särskilt hög grad. Liten radie= hög elektronegativitet.
 - **Nettoladdningen innanför valensskalet:** Det är denna laddning som valenselektronerna känner av. Om nettoladdningen är hög (mycket positiv) kommer valenselektronerna attraheras kraftigt. Kallas även för effektiv kärnladdning.

Radien är lika stor hos båda atomerna.

Nettoladdningen skiljer sig åt. Fluoratomen har högre nettoladdning.



Fluor har högre elektronegativitet än syre



2 kriterium måste vara uppfyllda för att en molekyl ska vara en dipol

1. Molekylen måste innehålla olika atomer (olika elektronegativitet så att olika laddningar uppkommer).
2. Molekylen måste ha en osymmetrisk struktur (så att en ojämn laddningsfördelning uppstår).

Kriterium 1:

Molekylen måste innehålla olika atomer (olika elektronegativitet så att olika laddningar uppkommer)

- ✓ **I molekylen måste det förekomma minst 2 olika typer av atomer (olika grundämnen):** Olika atomer har olika elektronegativitet vilket leder till att elektroner förskjuts inom molekylen mot de atomer som har högst elektronegativitet. När elektroner förskjuts i molekylen uppstår det laddningsskillnader mellan olika delar av molekylen (positiva och negativa laddningar).

I molekyler som enbart består av 2 atomer räcker det att vi undersöker om kriterium 1 är uppfyllt (kriterium 2 är automatiskt uppfyllt). I molekyler med fler än 2 atomer måste vi även undersöka noggrant om kriterium nr. 2 är uppfyllt.



Olika atomer ger upphov till elektronförskjutningar och därmed får vi en sida (eller del) i molekylen som är negativt laddad och en sida som är positivt laddad.

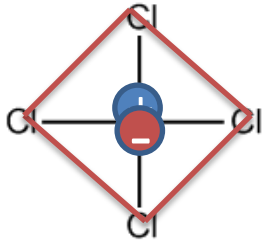


Likadana atomer innebär att inga elektronförskjutningar sker i molekylen. Molekylen får därmed ingen sida eller del som är positivt resp. negativt laddad.

Kriterium 2:

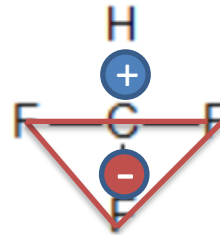
Molekylen måste ha en osymmetrisk struktur (så att en ojämn laddningsfördelning uppstår)

- ✓ **Symmetriska molekyler:** Symmetriska molekyler är uppbyggda på ett sådant sätt att de olika laddningarna (de partiellt negativa resp. positiva laddningarna) är jämnt utspridda/fördelade i molekylen. I symmetriska molekyler hamnar centrum (tyngdpunkten) för de negativa resp. positiva laddningarna på samma plats i molekylen och tar därför ut varandra. Molekylen är därför ingen dipol.
- ✓ **Osymmetriska molekyler:** Osymmetriska molekyler är uppbyggda på ett sådant sätt att de olika laddningarna är utspridda på ett ojämnt sätt (t.ex. mer negativ laddning i en viss riktning och mer positiv laddning i en annan riktning) och därför hamnar centrum (tyngdpunkten) för de negativa resp. positiva laddningarna på olika platser. Molekylen är därför en dipol.



Symmetrisk molekyl

I denna molekyl hamnar centrum för de negativa och positiva laddningarna på samma plats (mitt i).



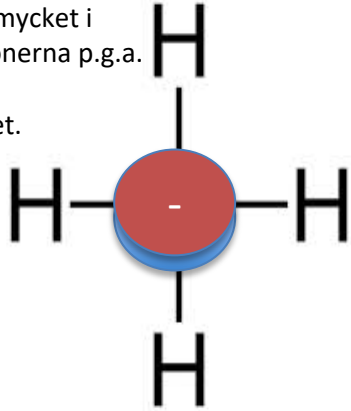
Osymmetrisk molekyl

I denna molekyl hamnar centrum för de negativa och positiva laddningarna på olika sidor av molekylen.

Uppgift 3:

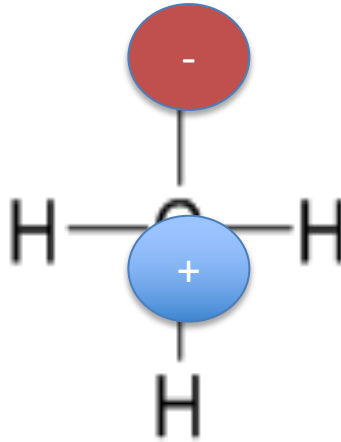
Är nedanstående ämnen dipoler?

Obs. Oavsett symmetrin så kan man utgå från att alla kolväten är opolära (ej dipoler) eftersom kol och väte drar nästan lika mycket i bindningselektronerna p.g.a. nästan samma elektronegativitet.



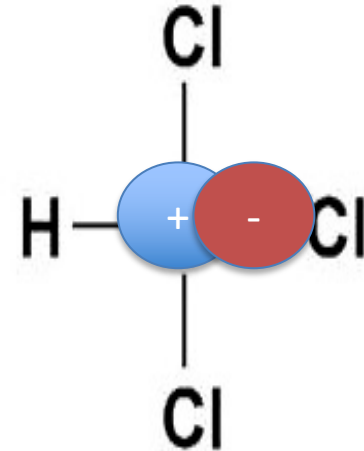
Svar: Nej

1. Olika atomer (men dock liten skillnad i elektronegativitet).
2. Symmetrisk struktur.



Svar: Ja

1. Olika atomer (C och Cl)
2. Osymmetrisk struktur.



Svar: Ja

1. Olika atomer.
2. Osymmetrisk struktur.

2 faktorer avgör hur stark dipolen är (hur stort dipolmomentet är)

- 1. Storleken av polernas plus- resp. minusladdning:** Desto större skillnad i elektronegativitet mellan de ingående atomerna, desto större plus- och minusladdningar uppstår i molekylerna och desto starkare/tydligare blir dipolen (större dipolmoment).

Stark dipol



Stor skillnad i elektronegativitet

Svag dipol



Liten skillnad i elektronegativitet

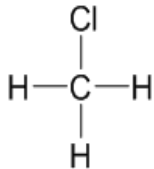
Ingen dipol



Ingen skillnad i elektronegativitet

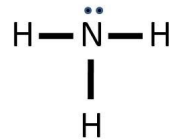
- 2. Avståndet mellan plus- och minusladdningen:** Om centrum för plus- och minusladdningen ligger väldigt nära varandra kommer molekylerna inte vara en stark dipol eftersom laddningarna nästan tar ut varandra.

Stark dipol



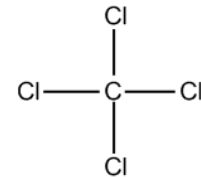
Stort avstånd mellan plus- och minusladdningen

Ganska stark dipol



Ganska stort avstånd mellan plus- och minusladdningen

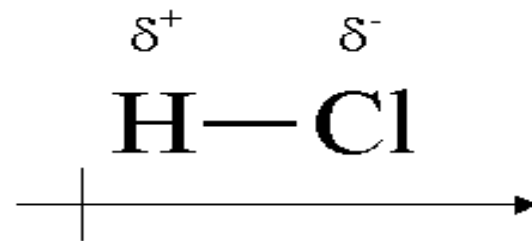
Ingen dipol



Inget avstånd mellan plus- och minusladdningen

Dipolmoment

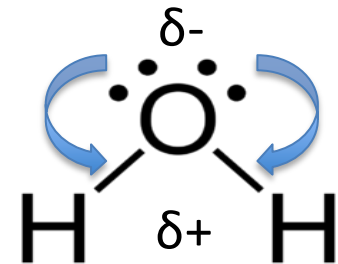
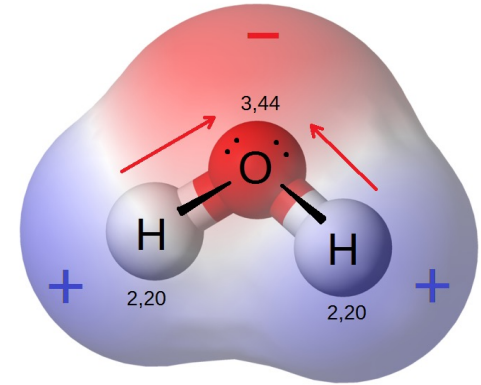
- ✓ **Dipolmoment:** Dipolmomentet är ett mått på hur stor dipolkaraktär en molekyl har (hur stark eller hur tydlig dipolen är). Dipolmomentet kan bestämmas experimentellt och med hjälp av beräkningar (se nedan). Ett högt värde på dipolmomentet betyder att molekylen är en stark (tydlig) dipol medan ett lågt värde betyder att molekylen är en svag dipol. Värdet 0 betyder att molekylen inte är en dipol alls.
- ✓ **Enheten för dipolmoment:** Debye (D).
- ✓ **Dipolmomentet (μ) bestäms av 2 faktorer:**
 - Storleken av polernas plus- resp. minusladdning.
 - Avståndet mellan plus- och minusladdningen.
- ✓ **Dipolmomentet (μ) kan beräknas:** Om de båda polerna har laddningen Q ($\delta^+ = \delta^- = Q$) och om avståndet mellan laddningarnas tyngdpunkter (centrum) är l så är dipolmomentet $\mu = Q \cdot l$



Dipolmomentet i en molekyl kan visualiseras med hjälp av en pil. Pilens riktning visar laddningsriktningen (hur elektronerna har förskjutits). Pilens början utgör den positiva polen och pilens spets utgör den negativa polen. Stora laddningar och ett stort avstånd mellan laddningarna ger ett stort dipolmoment (en stark dipol).

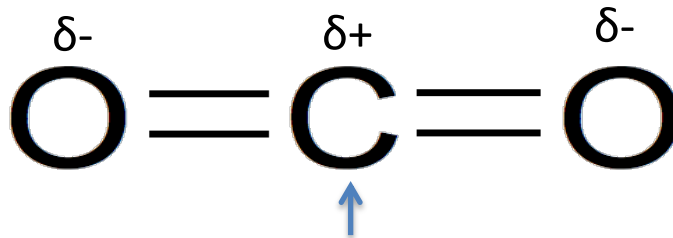
Vattenmolekylen är en dipol

- Vattenmolekylen innehåller olika atomer:** I vattenmolekylen finns det 2 väteatomer och 1 syreatom. Syreatomen är mer elektronegativ jämfört med väteatomerna och attraherar därför de gemensamma bindningselektronerna mer än vad resp. väteatom gör. Det uppstår därför partiell negativ laddning på syreatomen medan det uppstår partiella positiva laddningar på resp. väteatom (laddningarna är dock lika stora totalt sätt vilket innebär att vattenmolekylen har nettoladdningen 0).
- Vattenmolekylen har en osymmetrisk form:** Vattenmolekylen består av en central atom som binder 4 "ben"; 2 väteatomer och 2 fria elektronpar. De fria elektronparen repellerar bindningarna mellan syreatomen och de båda väteatomerna vilket leder till att vattenmolekylen får en vinklad form (största möjliga avstånd mellan alla elektroner). Detta innebär i sin tur att centrum för de negativa resp. positiva laddningarna inte sammanfaller. **Vattenmolekylen blir därför en dipol!**



Koldioxid är ingen dipol p.g.a. den symmetriska strukturen

- ✓ **Koldioxidmolekylen har en central atom och 2 likadana "ben"** bestående av 2 syreatomer. Båda syreatomerna drar åt sig elektroner från kolatomen vilket gör att vi får partiella negativa laddningar på syreatomerna och partiell positiv laddning på kolatomen.
- ✓ **I koldioxidmolekylen finns inga fria valenselektroner** runt den centrala atomen (alla kolatomens valenselektroner ingår i bindningar med syreatomerna) vilket innebär att koldioxidmolekylen ej blir vinklad. Elektronerna i de olika bindningarna vill vara så långt ifrån varandra som möjligt och därför får koldioxidmolekylen en rak struktur.
- ✓ **Den raka strukturen innebär att centrum** för de positiva och negativa laddningarna hamnar på samma plats, nämligen på kolatomen.

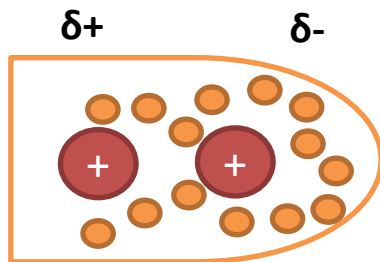


Centrum för både de negativa och positiva laddningarna

van der Waalsbinding:

En bindning mellan svaga och temporära dipoler

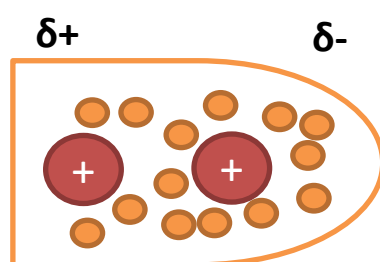
Svag partiell negativ laddning



Klormolekyl 1

Svag och temporär dipol

Svag partiell positiv laddning



Klormolekyl 2

Svag och temporär dipol

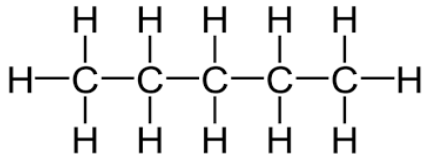
I den vänstra molekylen har det råkat uppstå en **ojämn elektronfördelning** p.g.a. elektronernas slumpmässiga rörelser. Molekylen blir därför en temporär (tillfällig) dipol med en partiell positiv laddning (atomkärnorna) i den ena delen av molekylen och en partiell negativ laddning (elektronerna) i den andra delen. Denna molekyl kommer därför påverka "grannmolekylen" och repellera dess elektroner så att dessa förskjuts mot den högra sidan av molekylen. "Grannmolekylen" blir då också en tillfällig dipol. Nu kan de båda molekylerna binda till varandra med tillfälliga dipol-dipolbindningar (van der Waalsbindningar) eftersom de negativa laddningarna attraheras av de positiva och tvärtom.

2 faktorer påverkar den totala styrkan av ett ämnes van der Waalsbindningar

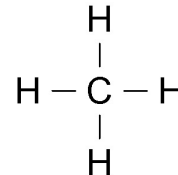
1. **Storleken som ämnets molekyler har:** Större molekyler kan skapa fler van der Waalsbindningar mellan varandra, i jämförelse med mindre molekyler, vilket därmed innebär att den totala styrkan av van der Waalsbindningarna blir större.
2. **Den geometriska formen/strukturen som ämnets molekyler har:** Avlånga molekyler kan skapa fler van der Waalsbindningar mellan varandra, i jämförelse med molekyler som är mer sfäriska/runda, vilket innebär att den totala styrkan av van der Waalsbindningarna blir större.

Molekylernas storlek har betydelse

- ✓ **Om vi jämför kolvätet "pentan" med kolvätet "metan"** ser vi att det är stor skillnad på deras kokpunkter. Vi ser även att det är stor skillnad på deras molekylmassor. Pentan har en betydligt högre molekylmassa (72,15 u) jämfört med metan (16,04 u).
- ✓ **Ingen av ämnena kan bilda vätebindningar eller dipol-dipolbindningar** utan skillnaden i kokpunkt beror på styrkan av van der Waalsbindningarna (antalet van der Waalsbindningar).
- ✓ **I de flesta fall gäller följande:** Molekylmassa ↑ ⇒ van der Waalsbindningar ↑ ⇒ Kokpunkt ↑



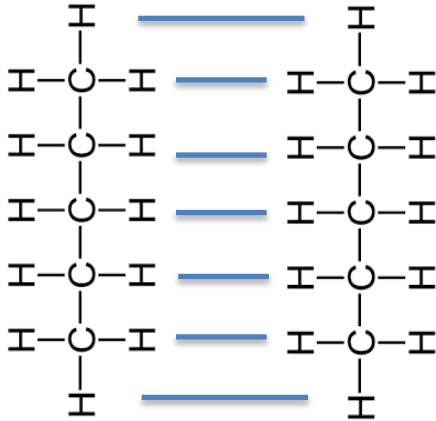
Namn: Pentan
Summaformel: C_5H_{12}
Kokpunkt: $36,1\text{ }^\circ\text{C}$
Molekylmassa: 72,15 u



Namn: Metan
Summaformel: CH_4
Kokpunkt: $-161,6\text{ }^\circ\text{C}$
Molekylmassa: 16,04 u

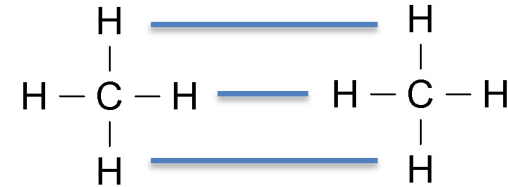
Ämnen med stora molekyler kan skapa fler van der Waalsbindningar och får därmed högre kokpunkt

Pentan



Pentan består av stora molekyler med många atomer och många bindningar där det kan uppstå en ojämn elektronfördelning (det kan alltså uppstå många små dipoler/dipolmoment) i samma molekyl). Det finns alltså många atomer med partiella laddningar som kan komma i kontakt med varandra och skapa van der Waalsbindningar mellan molekylerna.

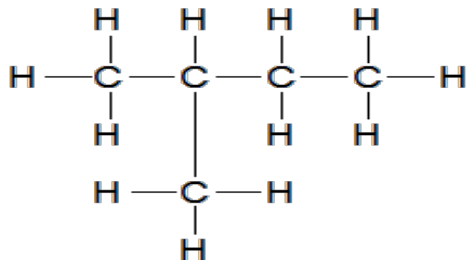
Metan



Metan består av små molekyler med få atomer och få bindningar där det kan uppstå en ojämn elektronfördelning. Det finns alltså få atomer med partiella laddningar som kan komma i kontakt med varandra och skapa van der Waalsbindningar mellan molekylerna.

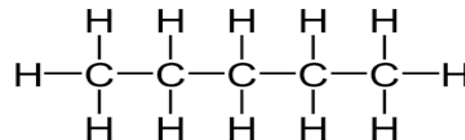
Molekylernas geometriska form har också betydelse

2-metylbutan (isopentan)



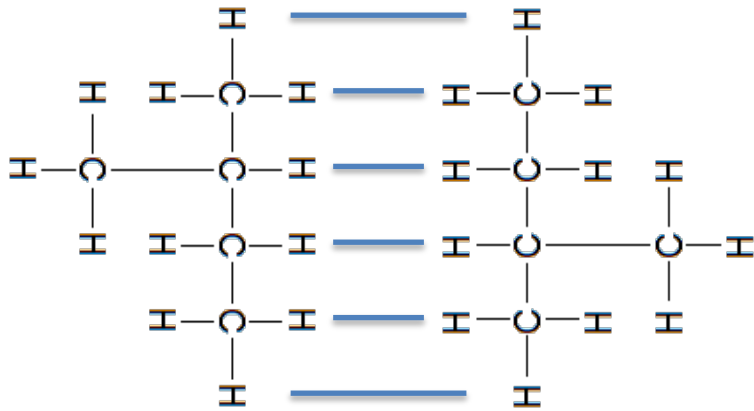
Summaformel: C_5H_{12}
Kokpunkt: $27,8\text{ }^\circ\text{C}$
Molekylmassa: $72,15\text{ u}$

Pentan (normalpentan)

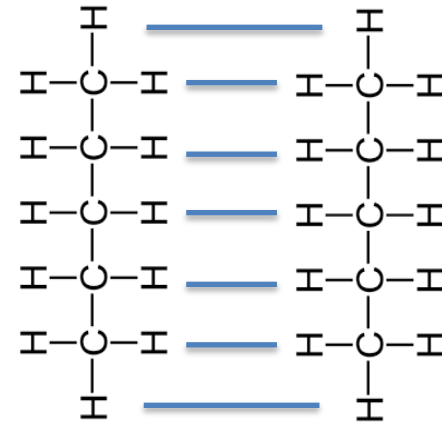


Summaformel: C_5H_{12}
Kokpunkt: $36,1\text{ }^\circ\text{C}$
Molekylmassa: $72,15\text{ u}$

Mer avlånga molekyler kan skapa fler van der Waalsbindningar mellan varandra



2-metylbutan (27,8 °C)



Pentan (36,1 °C)

- ✓ Pentanmolekylerna kan skapa en något större kontaktyta mellan varandra, tack vare den mer avlånga strukturen, vilket möjliggör fler van der Waalsbindningar. Pentan har därför en något högre kokpunkt.

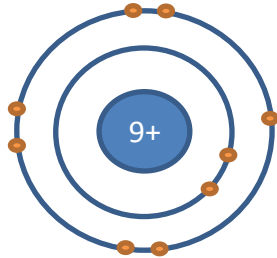
Molekyler med stora atomer har starkare van der Waalsbindningar och därmed högre kokpunkter

Kemisk beteckning:	Namn:	Antal skal:	Molekylmassa:	Kokpunkt:
F ₂	Fluor	2	38,00 u	-188,11 °C
Cl ₂	Klor	3	70,90 u	34,04 °C
Br ₂	Brom	4	159,8 u	58,8 °C
I ₂	Jod	5	253,8 u	184,3 °C

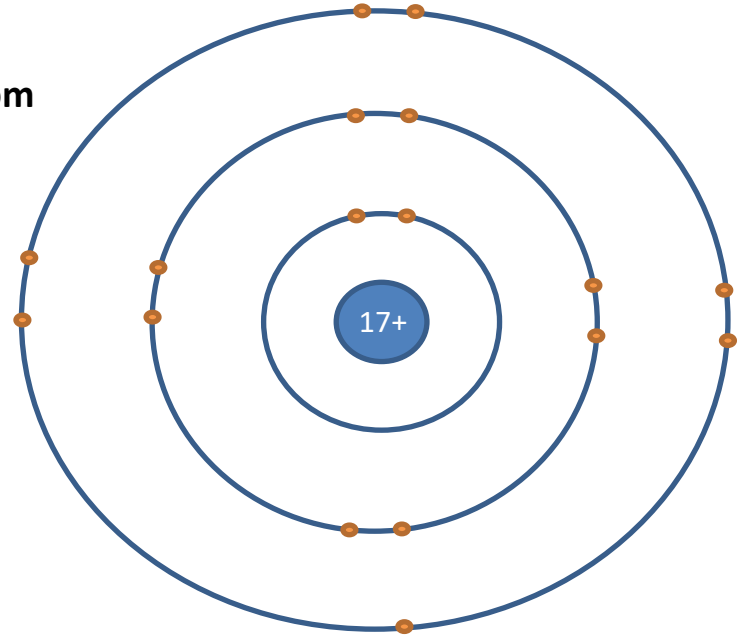
- ✓ **Tabellen visar kokpunkten för olika halogener i molekylform**, och det framgår tydligt att kokpunkten ökar när atomstorleken ökar (antalet skal). De olika molekylerna har lika många atomer och bindningar, men storleken av atomerna skiljer sig åt (och därmed också molekyllmassan). När atomstorleken ökar så ökar även styrkan av van der Waalsbindningarna och det är detta som leder till den högre kokpunkten.
- ✓ **Molekyler med större atomer kan skapa starkare van der Waalsbindningarna eftersom dessa:**
 - **Polariseras lättare:** I molekyler med större atomer (många skal) uppstår lättare en ojämn elektronfördelning (polariseras lättare) eftersom valenselektronerna inte är lika hårt bundna till atomkärnan och därmed kan åka omkring lättare.
 - **Har större partiella laddningar:** Större atomer har fler elektroner och fler protoner vilket kan innebära att de partiella laddningarna som uppstår också blir större.

Större atomer polariseras lättare

Fluoratom



Kloratom



- ✓ **I stora atomer sitter valenselektronerna längre från atomkärnan** och kan därför lättare röra på sig (känner inte av den positiva atomkärnan lika mycket). En ojämn elektronfördelning uppkommer därför lättare när atomerna är större.

Uppgift 2:

Vilket ämne har högst kokpunkt i följande par

a) SiH_4 vs. SnH_4

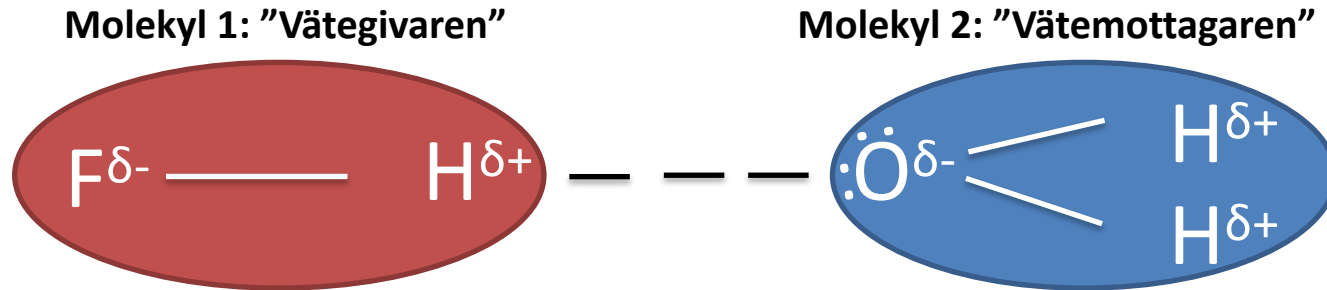
b) CF_4 vs. CCl_4

Lösning:

- a) SnH_4 har högst kokpunkt p.g.a. starkare van der Waalsbindningar. Sn har större radie än Si vilket innebär att elektronerna kan röra sig lättare (sitter längre från atomkärnan) och att molekylerna därmed lättare bildar en tillfällig dipol. Det finns även fler elektroner och protoner vilket kan ge upphov till starkare partiella laddningar.
- b) CCl_4 har högst kokpunkt p.g.a. starkare van der Waalsbindningar. Cl har större radie än F vilket leder till starkare van der Waalsbindningar på samma sätt som i föregående uppgift.

Vätebindningen är ett specialfall av den vanliga dipol-dipolbindningen

- ✓ Vätebindningen kan lite förenklat beskrivas som ett specialfall av den vanliga dipol-dipolbindningen, men den är betydligt starkare och den har även ett visst inslag av kovalent bindning (men vätebindningen är inte alls lika stark som en vanlig kovalent bindning).



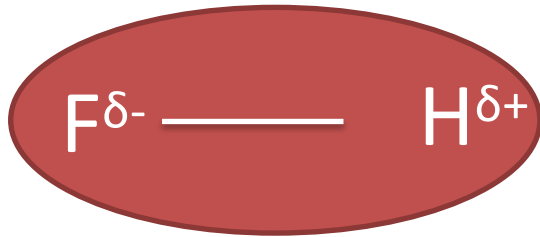
- ✓ **H binder till F, O eller N (Hydro-FON-regeln):** I en vätebindning binder en starkt partiellt positivt laddad väteatom på en molekyl till en starkt partiellt negativt laddad fluoratom, syreatom eller kväveatom (F, O eller N) på en annan molekyl. Jag kallar detta för "Hydro-FON-regeln" för att lättare komma ihåg det (mer om den regeln senare).

Ett starkt partiellt positivt väte på en molekyl binder till F, O eller N på en annan molekyl

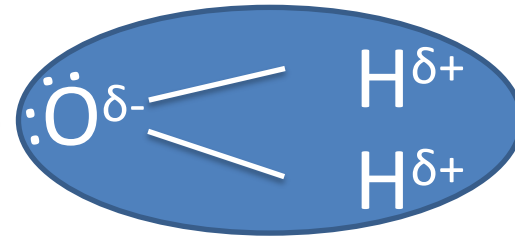
Den ena molekylen måste innehålla en väteatom som har en stark partiell positiv laddning. Det uppnås i de allra flesta fall enbart om vätet binder till F, O eller N (p.g.a. hög elektronegativitet hos dessa atomer). Denna molekyl kallar vi för "vätegivaren" eftersom den delar med sig av sitt väte.

Den andra molekylen måste innehålla en starkt elektronegativ atom som har fria elektroner och liten radie; enbart F, O eller N uppfyller dessa krav (fria elektroner och 2 skal). Denna molekyl kallar vi för "vätemottagaren" eftersom den "tar emot" vätet från vätegivaren.

Molekyl 1: "Vätegivaren"



Molekyl 2: "Vätemottagaren"



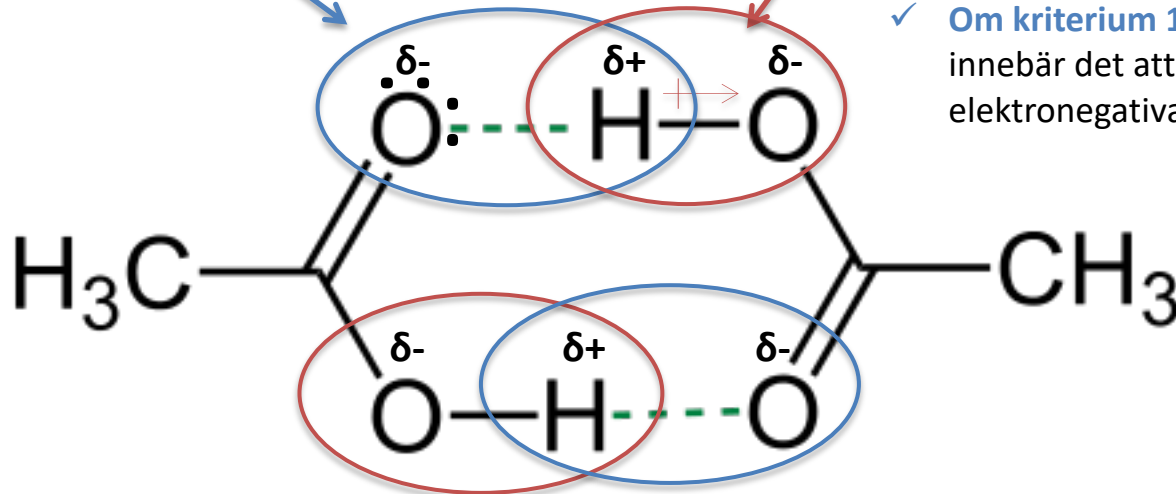
Varför uppstår bindningen?:

1. Den starka partiella positiva laddningen på vätet attraheras av de fria och negativt laddade elektronerna på F, O eller N. Den lilla radien hos dessa atomer innebär att de fria elektronerna är koncentrerade till ett litet område och därför känner vätet av dessa väldigt tydligt.
2. Vätet känner även av den partiella negativa laddningen som F, O och N har eftersom de p.g.a. sin höga elektronegativitet har dragit åt sig extra elektroner från bindningarna med de andra atomerna i molekylen.

För att en vätebindning ska kunna uppstå krävs 2 kriterium:

Kriterium 1: Hydro-FON-regeln ska vara uppfylld mellan molekylerna.

Kriterium 2: Hydro-FON-regeln ska vara uppfylld i "vätegivaren".

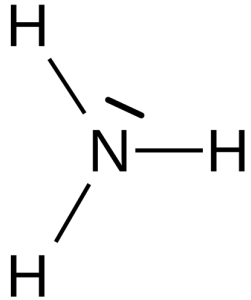


✓ Om kriterium 1 och 2 är uppfyllda så innebär det att vätet ligger mellan 2 elektronegativa atomer.

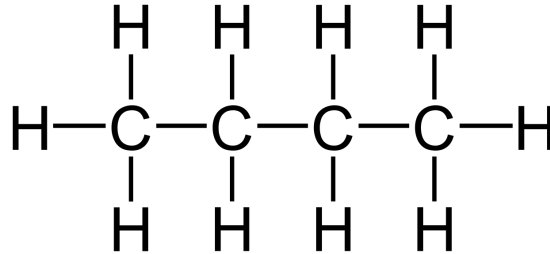
Uppgift 2:

Ämnen i flytande form har intermolekylära bindningar mellan sina molekyler. Vilka av följande ämnen kan skapa vätebindningar mellan sina molekyler?

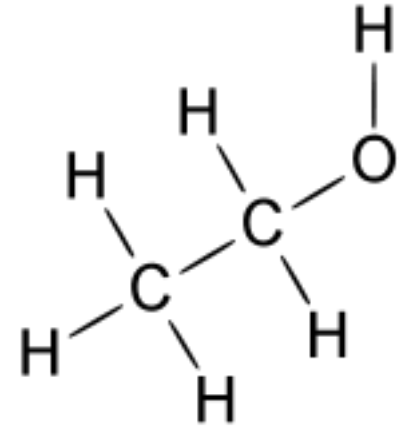
a) Ammoniak



b) Butan

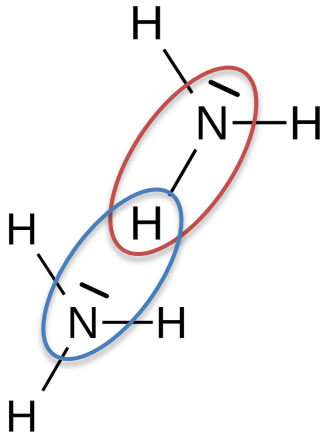


c) Etanol

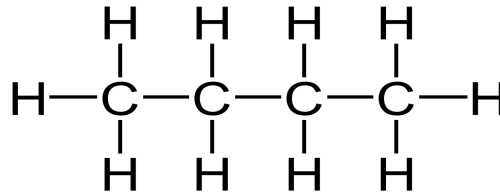


Lösning:

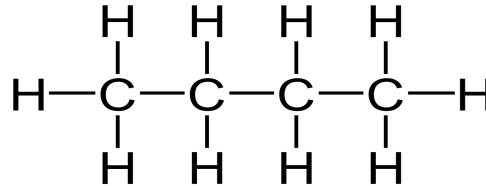
a) Ammoniak



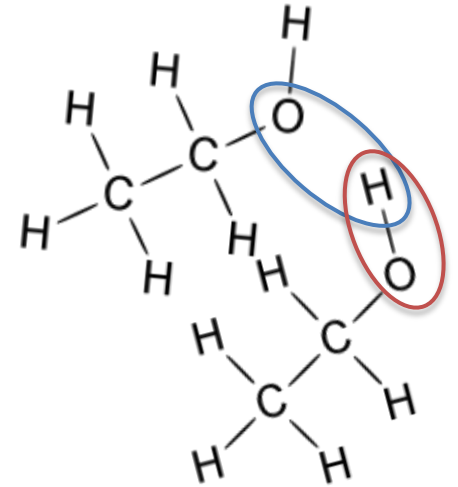
b) Butan



Uppfyller inte Hydro-FON-regeln enligt något kriterium!



c) Etanol



Svar: Ammoniak och etanol kan skapa vätebindningar eftersom dessa uppfyller "Hydro-FON-regeln" enligt båda kriterierna. Butan kan ej skapa vätebindningar eftersom butan inte uppfyller Hydro-FON-regeln enligt något kriterium.

Uppgift 4:

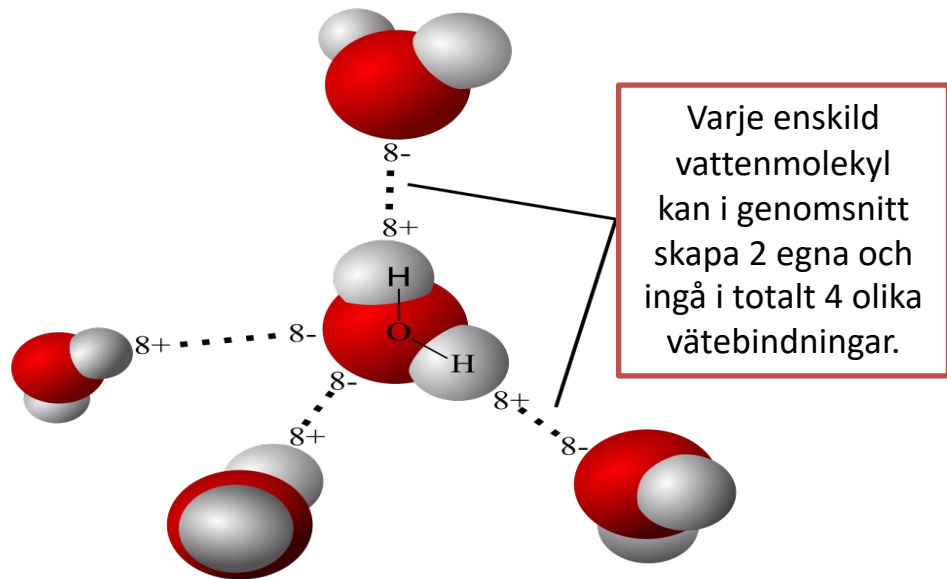
Varför är kokpunkten för vatten mycket högre än kokpunkten för ammoniak?

Ämne:	Kemisk formel:	Kokpunkt:	Kemisk bindning:
Vatten	H ₂ O	100 °C	Vätebindning
Ammoniak	NH ₃	-33,34 °C	Vätebindning

Svar: Vatten kan skapa fler och starkare vätebindningar.

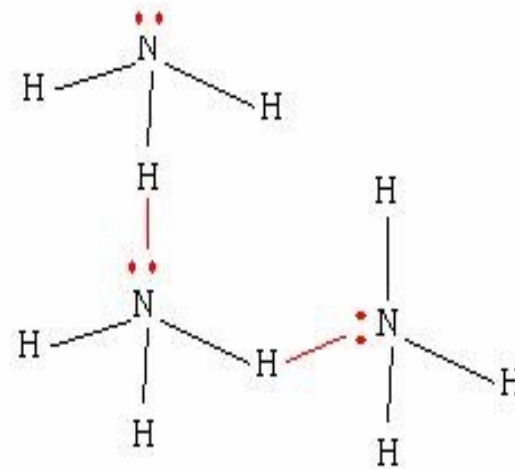
Varje vattenmolekyl kan i genomsnitt skapa 2 egna vätebindningar (och ingå i totalt 4)

- ✓ **Varje vattenmolekyl har:**
 - 2 partiellt positivt laddade väten.
 - 2 fria elektronpar.
- ✓ **Vattenmolekyler är därför optimala** när det gäller vätebindningar. Varje vattenmolekyl kan nämligen i genomsnitt bilda 2 egna vätebindningar och totalt ingå i 4 st vilket ger vatten en hög kokpunkt.



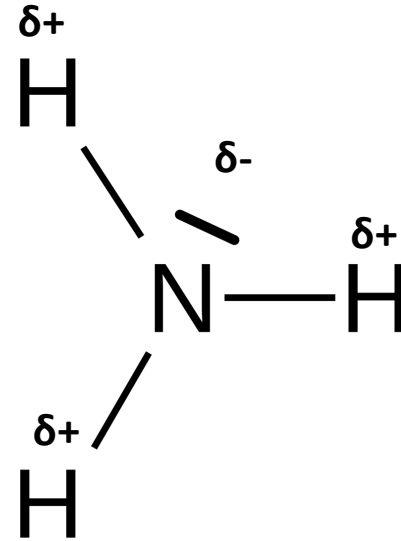
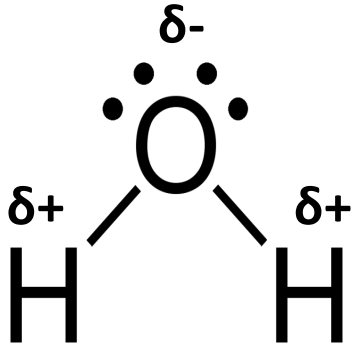
Varje ammoniakmolekyl kan i genomsnitt skapa 1 egen vätebindning (ingå i totalt 2)

- ✓ **Varje ammoniakmolekyl har:**
 - 3 partiellt positivt laddade väten.
 - 1 fritt elektronpar.
- ✓ **Det spelar ingen roll hur många positiva väten det finns** om det inte finns tillräckligt många fria elektronpar som vätena kan binda till (det blir inget bröllop om det inte finns någon partner att gifta sig med!).
- ✓ **Ammoniakmolekyler är därför sämre** än vattenmolekyler när det gäller att skapa vätebindningar. Varje ammoniakmolekyl kan i genomsnitt enbart bilda **1 egen vätebindning och totalt ingå i 2 st** vilket ger ammoniak en betydligt lägre kokpunkt jämfört med vatten.



Vatten kan inte bara skapa fler utan också starkare vätebindningar jämfört med ammoniak

Stor skillnad i elektronegativitet mellan väte och syre i vattenmolekylen leder till starka positiva och negativa partiella laddningar.



I ammoniakmolekylen är de svagare positiva och negativa partiella laddningar jämfört med i vattenmolekylen p.g.a. mindre skillnad i elektronegativitet mellan de ingående atomerna.



BLOCK 3: KEMISKA BERÄKNINGAR

NIKLAS DAHRÉN



Masshalt

- ✓ **Masshalt:** Masshalten anger hur stor andel ett ämnes massa utgör av en blandnings/lösning eller förenings totala massa. Masshalten uttrycks oftast i procent (%) och kallas då ofta för *massprocent* eller *viktprocent*.
- ✓ **Exempel:** Masshalten salt i havsvatten är 3,5 % (vilket innebär 3,5 g salt/100 g saltvatten).
- ✓ **Formel för att beräkna masshalten:**

$$\text{Masshalt} = \frac{\text{Ämnets massa}}{\text{Totala massan}}$$

- ✓ **För att få masshalten i % (massprocent) måste vi multiplicera med 100:**

$$\text{Masshalt (\%)} = \frac{\text{Ämnets massa}}{\text{Totala massan}} * 100$$

Volymhalt

- ✓ **Volymhalt:** Volymhalten anger hur stor andel ett ämnes volym utgör av en blandnings/lösnings totala volym. Volymhalten uttrycks oftast i procent (%) och kallas då ofta för *volymprocent*.
- ✓ **Exempel:** Volymhalten etanol i en vinflaska är 13 % (vilket innebär 13 ml etanol/100 ml vin).
- ✓ **Formel för att beräkna volymhalten:**

$$\text{Volymhalt} = \frac{\text{Ämnets volym}}{\text{Totala volymen}}$$

- ✓ **För att få volymhalten i % (volymprocent) måste vi multiplicera med 100:**

$$\text{Volymhalt (\%)} = \frac{\text{Ämnets volym}}{\text{Totala volymen}} * 100$$

Uppgift 7:

Hur stor massa aluminiumjoner finns i 20,0 g ren och torr aluminiumsulfat, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$?

Lösning:

1. Beräkna masshalten aluminium i $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (uttryckt i decimalform):

$$\text{Masshalten aluminium i } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = \frac{m(2\text{Al})}{m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)}$$



$$\text{Masshalten aluminium i } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = \frac{53,96 \text{ u}}{342,14 \text{ u}} = 0,1577132168$$

OBS: Behåll alla decimaler på miniräknaren under delberäkningarna för att undvika avrundningsfel.

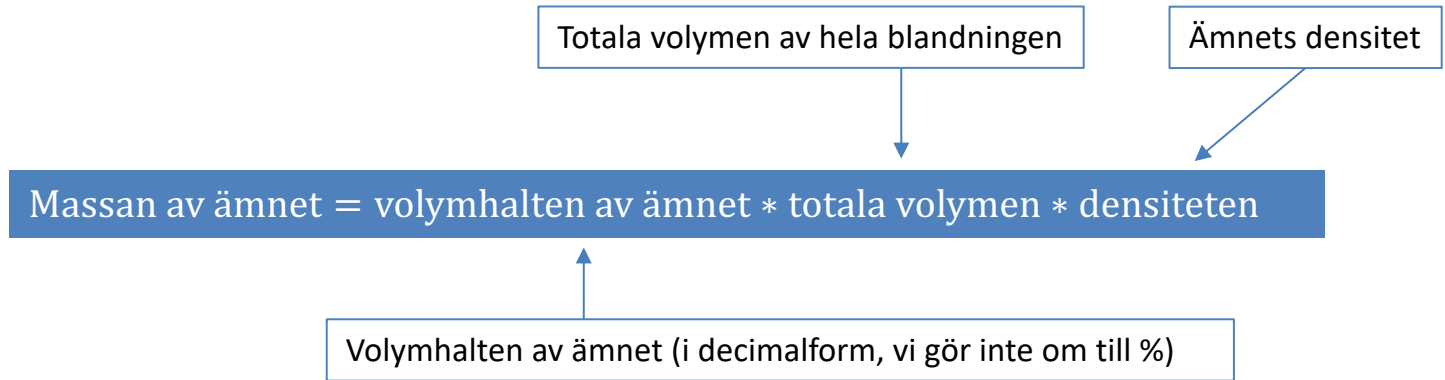
2. Beräkna massan aluminium i 20,0 g $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ med hjälp av masshalten (uttryckt i decimalform):

$$\text{Massan aluminium 20,0 g i } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 0,1577132168 * 20,0 \text{ g} \approx 3,15 \text{ g}$$

Svar: Massan aluminiumjoner är 3,15 g.

OBS: Svaret avrundar vi till samma antal värdesiffror som anges i uppgiften.

Vi kan beräkna massan av ett ämne med hjälp av volymhalten och densiteten



Densitet

- ✓ **Densitet:** Densitet (täthet) är ett mått på hur stor massa en viss volym av ett ämne har (alltså massa per volymenhet). Tungta atomer/molekyler och en hög täthet mellan dessa medför en hög densitet.
- ✓ **Densiteten av ett ämne får vi genom att dela massan på volymen:**

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\rho \text{ uttalas 'rå'})$$

- ✓ **Enhet:** Enheten för densitet är antingen kg/dm^3 eller g/cm^3 .
- ✓ **Densiteten av olika ämnen:**

Ämne:	Densitet (kg/dm^3):
Guld	19,3
Vatten	1,0
Trä	0,5

Ett föremål flyter i en vätska om dess densitet är lägre än vätskans.

Uppgift 8:

Etiketten på en vinflaska har texten "13,0 % VOL. 75 cl". Hur många gram etanol innehåller vinflaskan? Etanol har densiteten 0,79 g/cm³.

Lösning:

Massan av ämnet = volymhalten av ämnet * totala volymen * densiteten



Massan etanol (g) = 0,13 * 750 cm³ * 0,79 g/cm³ ≈ 77 g

Svar: Vinflaskan innehåller 77 g etanol.

OBS: Svaret avrundar vi till samma antal värdesiffror som anges i uppgiften.

Alternativt kan beräkningen utföras i två separata steg:

1. Räkna ut volymen etanol genom att multiplicera volymhalten med totala volymen av vinet (gör om cl till cm^3):

$$\text{Volymen etanol (cm}^3\text{)} = 0,130 * 750 \text{ cm}^3 = 97,5 \text{ cm}^3$$

2. Räkna ut massan etanol genom att multiplicera densiteten med volymen etanol:

$$\text{Massan etanol (g)} = 97,5 \text{ cm}^3 * 0,79 \text{ g/cm}^3 \approx 77 \text{ g}$$

Svar: Vinflaskan innehåller 77 g etanol.

OBS: Svaret avrundar vi till samma antal värdesiffror som anges i uppgiften.

Uppgift 4:

50 cm³ saltsyra med konc. 0,20 mol/dm³ blandas med 50 cm³ saltsyra med konc. 0,30 mol/dm³. Hur stor koncentration får den slutgiltiga saltsyralösningen?

Lösning:

1. Gör en tabell med en kolumn för varje saltsyralösning inkl. den slutgiltiga. Vi kallar den slutgiltiga lösningen för "Saltsyralösning 3".
2. Skriv in i tabellen vad vi redan vet och vad vi ska ta reda på.
3. Räkna ut substansmängderna av saltsyralösning 1 och 2 och slå sedan ihop dessa för att få substansmängden av saltsyralösning 3.
4. Slå ihop volymerna för att få volymen av saltsyralösning 3.
5. Beräkna koncentrationen av saltsyralösning 3.

	Saltsyralösning 1:		Saltsyralösning 2:		Saltsyralösning 3 (1+2):
$c_1 =$	0,20 mol/dm ³	$c_2 =$	0,30 mol/dm ³	$c_3 =$	$n_3 / V_3 = 0,025 \text{ mol} / 0,100 \text{ dm}^3 =$ 0,25 mol/dm³
$V_1 =$	50 cm ³ = 0,050 dm ³	$V_2 =$	50 cm ³ = 0,050 dm ³	$V_3 =$	$V_1 + V_2 = 0,050 \text{ dm}^3 + 0,050 \text{ dm}^3 =$ 0,100 dm ³
$n_1 =$	$V_1 \cdot c_1 = 0,050 \text{ dm}^3 \cdot 0,20 \text{ mol/dm}^3 =$ 0,01 mol	$n_2 =$	$V_2 \cdot c_2 = 0,050 \text{ dm}^3 \cdot 0,30 \text{ mol/dm}^3 =$ 0,015 mol	$n_3 =$	$n_1 + n_2 = 0,01 \text{ mol} + 0,015 \text{ mol} =$ 0,025 mol

Svar: Den slutgiltiga saltsyralösningen får koncentrationen 0,25 mol/dm³.

Substansmängden är den gemensamma nämnaren mellan de båda formlerna

Formel 1: Gemensam nämnare
 mellan formel 1 och 2: Formel 2:

$$\frac{m}{M} = n = V \cdot c$$

Om du kan det som står här ovanför och förstår sambandet mellan de båda formlerna så kommer du fixa de flesta kemiska beräkningar!

Minnesregel: "Stora **M**amma bär lilla **m**amma på axlarna, blir då **n**ödig och behöver gå på **Vc**".

Uppgift 2:

Hur stor massa fast natriumhydroxid (NaOH) går åt för att bereda en 150 cm³ NaOH-lösning med koncentrationen 0,25 mol/dm³?

Lösning:

	NaOH(s):		NaOH(aq):
$m =$	$n \cdot M = 0,0375 \cdot 39,998 \approx \mathbf{1,5 \text{ g}}$	$c =$	0,25 mol/dm ³
$M =$	39,998 g/mol	$V =$	150 cm ³ = 0,150 dm ³
$n =$	0,0375 mol	$n =$	$V \cdot c = 0,150 \text{ dm}^3 \cdot 0,25 \text{ mol/dm}^3 = 0,0375 \text{ mol}$

Svar: Massan natriumhydroxid som går åt är 1,5 g.

Uppgift 3:

Du blandar 5,0 g magnesiumklorid med destillerat vatten i en bägare så att totalvolymen blir 500 ml. Vad blir magnesiumklorid-koncentrationen i bägaren?

Lösning:

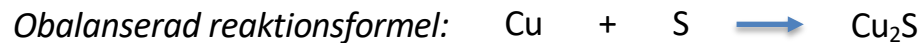
	MgCl ₂ (s):		MgCl ₂ (aq):
$m =$	5,0 g	$c =$	$\frac{n}{V} = \frac{0,0525154921 \text{ mol}}{0,500 \text{ dm}^3} \approx \mathbf{0,11 \text{ mol/dm}^3}$
$M =$	95,21 g/mol	$V =$	500 ml = 0,500 dm ³
$n =$	$\frac{m}{M} = \frac{5,0 \text{ g}}{95,21 \text{ g/mol}} = 0,0525154921 \text{ mol}$	$n =$	0,0525154921 mol

Svar: Koncentrationen blir 0,11 mol/dm³.

Uppgift 2:

Beräkna massan kopparsulfid, Cu_2S , som bildas då 2,0 g koppar reagerar med ett överskott av svavel?

Lösning:



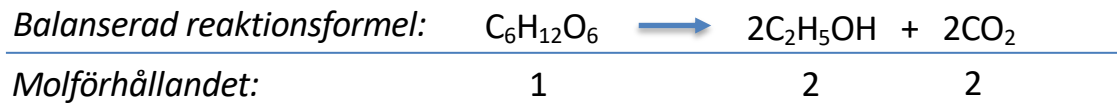
	2Cu:		Cu_2S :
$m =$	2,0 g	$m =$	$n \cdot M = 0,0157356412 \text{ mol} \cdot 159,16 \text{ g/mol} \approx \mathbf{2,5 \text{ g}}$
$M =$	63,55 g/mol	$M =$	159,16 g/mol
$n =$	$\frac{m}{M} = \frac{2,0 \text{ g}}{63,55 \text{ g/mol}} = 0,0314712825 \text{ mol}$	$n =$	$\frac{0,0314712825 \text{ mol}}{2} = 0,0157356412 \text{ mol}$ <small>Molförhållandet är 2:1</small>

Svar: Massan kopparsulfid som bildas är 2,5 g.

Uppgift 4:

Man kan framställa etanol genom jäsnings av druvsocker (glukos) enligt följande reaktionsformel; $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$. Hur stor massa etanol kan bildas om man jäser 100 g druvsocker?

Lösning:



	$C_6H_{12}O_6$:		$2C_2H_5OH$:
$m =$	100 g	$m =$	$n \cdot M = 1,110148982 \text{ mol} \cdot 46,068 \text{ g/mol} \approx \mathbf{51,1 \text{ g}}$
$M =$	180,156 g/mol	$M =$	46,068 g/mol
$n =$	$\frac{m}{M} = \frac{100 \text{ g}}{180,156 \text{ g/mol}} = 0,555074491 \text{ mol}$	$n =$	$0,555074491 \text{ mol} \cdot 2 = 1,110148982 \text{ mol}$ <i>Molförhållandet är 1:2</i>

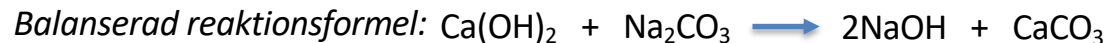
Svar: Massan etanol som bildas är 51,1 g.

Uppgift 1:

Natriumhydroxid kan framställas av kalciumhydroxid och natriumkarbonat enligt formeln: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3$.

Beräkna massan natriumhydroxid som man får av 350 g vattenfritt natriumkarbonat om utbytet är 85 %.

Lösning:



Molförhållandet: 1 1 2 1

	Na_2CO_3 :		2NaOH :
$m =$	350 g	$m =$ (85%)	$n \cdot M \cdot 0,85 =$ $6,604396641 \text{ mol} \cdot 39,998 \text{ g/mol} \cdot 0,85 \approx \mathbf{225 \text{ g}}$
$M =$	105,99 g/mol	$M =$	39,998 g/mol
$n =$	$\frac{m}{M} = \frac{350 \text{ g}}{105,99 \text{ g/mol}} = 3,302198321 \text{ mol}$	$n =$	$3,302198321 \text{ mol} \cdot 2 = 6,604396641 \text{ mol}$

Molförhållandet är 1:2

Svar: Vid 85 % utbyte är massan natriumhydroxid som bildas 225 g.

Uppgift 3:

Vid nickelframställning kan man utgå från nickeloxid, NiO, och reducera den med kol enligt följande reaktionsformel: $\text{NiO} + \text{C} \rightarrow \text{Ni} + \text{CO}$. Vid ett visst tillfälle utgick man från 200 kg nickeloxid och fick 121 kg ren nickelmetall. Vilket var utbytet i reaktionen?

Lösning:



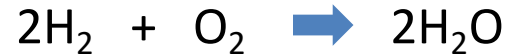
	NiO:		Ni:
$m =$	200 kg = 200000 g	$m =$ (100%)	$n \cdot M =$ 2677,734636 mol · 58,69 g/mol \approx 157156,2458 g \approx 157 kg
$M =$	74,69 g/mol	$M =$	58,69 g/mol
$n =$	$\frac{m}{M} = \frac{200000 \text{ g}}{74,69 \text{ g/mol}} = 2677,734636 \text{ mol}$	\rightarrow	$n = 2677,734636 \text{ mol}$

Molförhållandet är 1:1

Svar: Utbytet var 77,1 % i reaktionen.

Utbytet i reaktionen: $\frac{121 \text{ kg}}{157 \text{ kg}} \cdot 100 \approx 77,1 \%$

Vad menas med överskott och begränsande reaktanter?

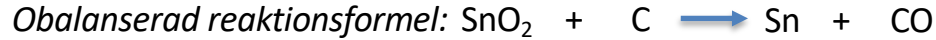


- ✓ **Ovanstående reaktionsformel visar** att vi behöver 2 mol vätemolekyler och 1 mol syremolekyler för att bilda 2 mol vattenmolekyler.
- ✓ **Exempel:** Som exempel kan vi tänka oss att vi i praktiken har 1 mol syremolekyler, men enbart 1,5 mol vätemolekyler. Den relativa bristen på vätemolekyler gör att vi enbart kan bilda 1,5 mol vattenmolekyler. För att bilda 1,5 mol vattenmolekyler behövs det 0,75 mol syremolekyler.
- ✓ **Begränsande reaktant:** Väte är begränsande reaktant eftersom vi har ett relativt underskott av vätemolekyler i förhållande till antalet syremolekyler (i absoluta tal har vi dock mer vätemolekyler).
- ✓ **Överskott:** Syre har vi i överskott eftersom det kommer förbrukas mindre syre i reaktionen än vad som finns att tillgå. Efter reaktionen kommer det därför finnas kvar syremolekyler som ej har reagerat med någon vätemolekyl.

Uppgift 5:

När man upphettade en blandning av 2,00 kg tennoxid SnO_2 och 700,0 g kol i en ugn bildades tenn och kolmonoxid. Hur stor massa kolmonoxid kan bildas under reaktionen om utbytet är 80 %?

Lösning:



	SnO_2 :		2C :		2CO :
$m =$	2,00 kg = 2000 g	$m =$	700,0 g	$m =$ (80%)	$n \cdot M \cdot 0,80 = 26,54280027 \text{ mol} \cdot 28,01 \text{ g/mol} \cdot 0,80 \approx \mathbf{595 \text{ g}}$
$M =$	150,7 g/mol	$M =$	12,01 g/mol	$M =$	28,01 g/mol
$n =$	$\frac{m}{M} = \frac{2000 \text{ g}}{150,7 \text{ g/mol}} = 13,27140013 \text{ mol}$ <small>Tennoxid är begränsande reaktant</small>	$n =$	$\frac{m}{M} = \frac{700 \text{ g}}{12,01 \text{ g/mol}} = 58,2847627 \text{ mol}$ <small>Relativt överskott på kol</small>	$n =$	$13,27140013 \text{ mol} \cdot 2 = 26,54280027 \text{ mol}$ <small>Molförhållandet är 1:2</small>

Svar: 595 g kolmonoxid kan bildas under reaktionen om utbytet är 80 %.

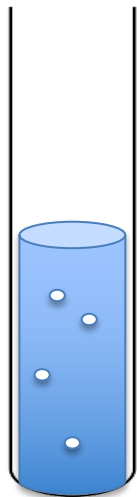
Den begränsande reaktantens substansmängd använder vi för att beräkna substansmängden av kolmonoxid!

Spädningsformeln

$$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$$

Före spädning:

$$n_1 = 0,4 \text{ mol}$$
$$n_1 = V_1 * C_1$$



Liten volym
Hög koncentration

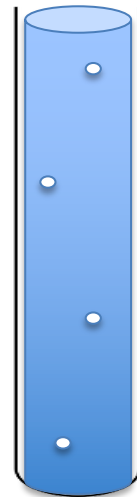
Eller om man hellre vill uttrycka det på följande sätt:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

$$n_1(\text{före spädning}) = n_2(\text{efter spädning})$$

Efter spädning:

$$n_2 = 0,4 \text{ mol}$$
$$n_2 = V_2 * C_2$$



Stor volym
Låg koncentration

2 sätt att genomföra en spädning

1. **Späd den befintliga lösningen:** Vi utgår från en lösning med relativt hög koncentration. Vi tillsätter sedan dest. vatten direkt i denna lösning så att koncentrationen i lösningen blir lägre.
2. **Använd den ursprungliga lösningen för att göra en ny utspädd lösning:** Vi utgår från en lösning med relativt hög koncentration. Vi tar en viss volym av denna lösning och för över denna volym till ett nytt mätkärl (förslagsvis en mätkolv). Vi tillsätter sedan dest. vatten i detta mätkärl så att koncentrationen i den nya lösningen blir lägre. Den ursprungliga lösningen är nu inte "förbrukad" (som i metod 1) utan kan användas fler gånger för att bereda nya lösningar.

Stamlösning: En lösning med relativt hög koncentration som man utgår ifrån när man ska göra nya lösningar med lägre koncentration.

Uppgift 1:

Du har 150 cm^3 NaCl-lösning med koncentrationen $0,25 \text{ mol/dm}^3$. Denna lösning späder du genom att tillsätta vatten tills volymen blir 250 cm^3 . Hur stor koncentration får den utspädda lösningen?

Lösning:

1. Vi använder oss av spädningsformeln: $V_1 * c_1 = V_2 * c_2$
2. Vi gör en tabell och för in de kända värdena.
3. Vi räknar ut det okända värdet. I det här fallet är det " c_2 " vi ska beräkna.

V_1	c_1	=	V_2	c_2
$0,150 \text{ dm}^3$	$0,25 \text{ mol/dm}^3$		$0,250 \text{ dm}^3$	$c_2 = V_1 * c_1 / V_2 =$ $0,150 \text{ dm}^3 * 0,25 \text{ mol/dm}^3 /$ $0,250 \text{ dm}^3 = 0,15 \text{ mol/dm}^3$

Svar: Den utspädda lösningen får koncentrationen $0,15 \text{ mol/dm}^3$.



BLOCK 4: KEMISKA REAKTIONER

NIKLAS DAHRÉN



Uppgift 9:

Vilket ämne oxideras resp. reduceras i nedanstående reaktion?



Lösning:

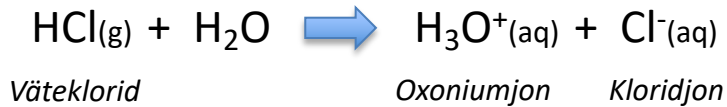
1. Sätt ut alla oxidationstal.
2. Undersök om oxidationstalet för de olika ämnena har ökat eller minskat (efter att reaktionen har skett).
3. Avgör utifrån förändringen av oxidationstalet om ämnena har genomgått en oxidation eller reduktion.

Ämne:	Oxidationstal före reaktionen:	Oxidationstal efter reaktionen:	Förändring:	Oxidation eller reduktion?
Järn:	+III	0	Minskat oxidationstal	Reduktion
Syre:	-II	-II	Oförändrat	Inget har hänt
Kol:	+II	+IV	Ökat oxidationstal	Oxidation

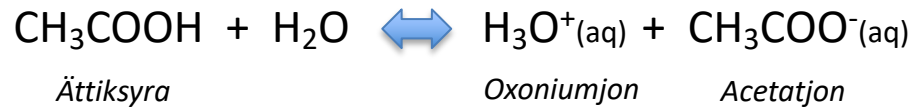
Svar: Järn (Fe^{3+}) reduceras och kol (C) oxideras i reaktionen.

Protolys av svaga resp. starka syror

Protolys av en stark syra (väteklorid/saltsyra):



Protolys av en svag syra (ättiksyra):



- ✓ **Starka syror är fullständigt protolyserade:** Om vi blandar vätekloridmolekyler med vatten så kommer, efter en viss tid, alla vätekloridmolekyler ha protolyserats. Reaktionen har enbart gått i en riktning. Man säger därför att väteklorid och andra starka syror är *fullständigt protolyserade* i vattenlösningar.
- ✓ **Svaga syror är ofullständigt protolyserade:** Om vi blandar ättiksyramolekyler med vatten så kommer efter en viss tid bara en mindre andel ättiksyramolekyler ha protolyserats (en stor andel av molekylerna har nämligen tagit tillbaka sin proton eller överhuvudtaget aldrig släppt iväg den). Reaktionen har gått i båda riktningarna. Man säger därför att ättiksyra och andra svaga syror är *ofullständigt eller delvis protolyserade* i vattenlösningar.

Starka och svaga baser

✓ Starka baser:

- Stor förmåga att uppta och hålla kvar protoner. Fullständigt protonerade i vattenlösningar.
- Är mycket bra på att attrahera protoner p.g.a. en kombination av minst ett fritt elektronpar, liten radie och ofta en fullständig negativ laddning.
- Det ämne som bildas är mycket stabilt (energifattigt) och kommer därför inte släppa protonen igen.

✓ Svaga baser:

- Kan uppta och hålla kvar protoner, men är inte lika bra på det som starka baser. Delvis protonerade i vattenlösningar.
- Är inte lika bra på att attrahera protoner och/eller det ämne som bildas är relativt ostabilt (energirikt) och kommer därför kunna släppa protonen igen.

Starka baser:	Svaga baser:
<ul style="list-style-type: none">▪ Jonföreningar som innehåller hydroxidjoner (OH^-), t.ex. NaOH, KOH och CaOH_2.	<ul style="list-style-type: none">▪ NH_3 (ammoniak)▪ Jonföreningar som innehåller karbonatjoner (CO_3^{2-}), t.ex. CaCO_3 och NaCO_3.

Sambandet mellan pH-värdet och oxoniumjonkoncentrationen

- ✓ Om man vet pH-värdet men vill räkna ut oxoniumjonkoncentrationen (eller vätejonskoncentrationen):

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

- ✓ Om man vet oxoniumjonkoncentrationen (eller vätejonskoncentrationen) men vill räkna ut pH-värdet:

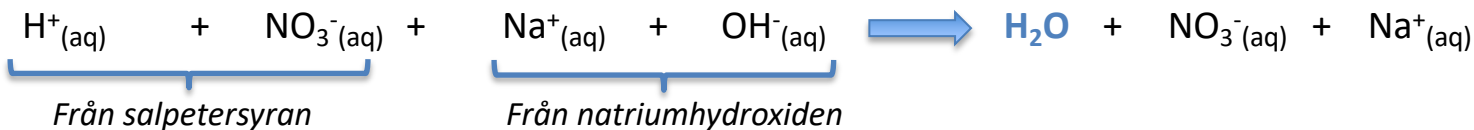
$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

pH	Oxoniumjonconc. (mol/dm ³)
0	$1,0 \cdot 10^0 (= 1)$
1	$1,0 \cdot 10^{-1} (= 0,1)$
2	$1,0 \cdot 10^{-2} (= 0,01)$
3	$1,0 \cdot 10^{-3} (= 0,001)$
4	$1,0 \cdot 10^{-4} (= 0,0001)$
5	$1,0 \cdot 10^{-5}$
6	$1,0 \cdot 10^{-6}$
7	$1,0 \cdot 10^{-7}$
8	$1,0 \cdot 10^{-8}$
9	$1,0 \cdot 10^{-9}$
10	$1,0 \cdot 10^{-10}$
11	$1,0 \cdot 10^{-11}$
12	$1,0 \cdot 10^{-12}$
13	$1,0 \cdot 10^{-13}$
14	$1,0 \cdot 10^{-14}$

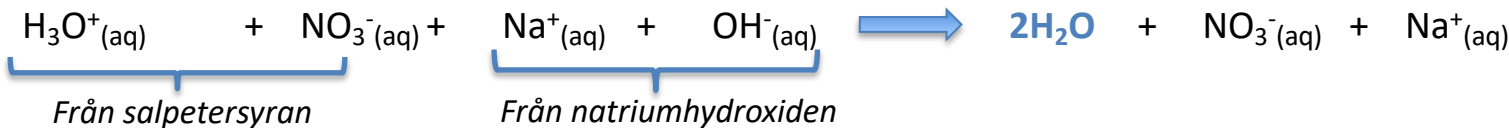
Olika sätt att skriva neutralisationsreaktionen mellan $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ och $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$



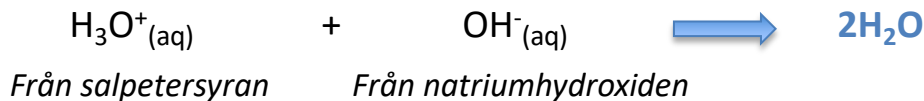
Ihopskrivning



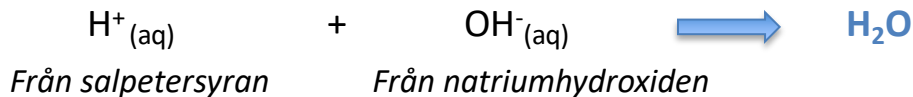
Särskrivning



Särskrivning & oxoniumjoner



Förenkling 1



Förenkling 2

Uppgift 1:

I en E-kolv har du tillsatt 10,0 ml ättiksyra (HAc) med okänd koncentration, samt en indikator. Du använder natriumhydroxidlösning (NaOH) med koncentrationen $0,15 \text{ mol/dm}^3$ som titrator. Efter att 18,0 ml av NaOH-lösningen är tillsatt nås ekvivalenspunkten. Vilken koncentration har ättiksyran?

Lösning:

Titrator (NaOH):

$$c = 0,15 \text{ mol/dm}^3$$

$$V = 18,0 \text{ ml} = 0,0180 \text{ dm}^3$$

$$n = V * c = 0,0180 \text{ dm}^3 * 0,15 \text{ mol/dm}^3 = 0,0027 \text{ mol}$$

Avläs hur stor volym av NaOH som har tillsatts vid ekvivalenspunkten.

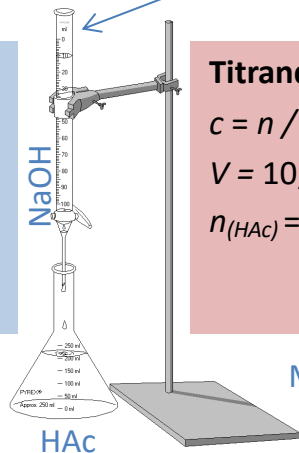
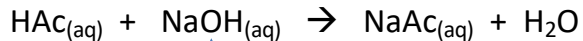
Titrand (HAc):

$$c = n / V = 0,0027 \text{ mol} / 0,010 \text{ dm}^3 \approx \mathbf{0,27 \text{ mol/dm}^3}$$

$$V = 10,0 \text{ ml} = 0,010 \text{ dm}^3$$

$$n_{(\text{HAc})} = n_{(\text{NaOH})} = 0,0027 \text{ mol}$$

Förenklad (sammansatt) formel över reaktionen:



Molförhållandet mellan titrator och titrand: **1:1**

Den elektrokemiska spänningsserien



- ✓ **Den elektrokemiska spänningsserien visar:**
 - Hur lätt olika metaller avger elektroner och bildar joner (även väte finns med i spänningsserien).
 - Vilka metaller och metalljoner som kan reagera med vilka.
- ✓ **Från vänster till höger:** Metaller som står till vänster i spänningsserien avger elektroner till joner av metaller (eller väte) som står till höger. Anledningen är att metallerna till vänster har hög förmåga att avge elektroner och bilda metalljoner. De är bra reduktionsmedel. Metaller till höger kan däremot inte avge elektroner till joner av metaller (eller väte) som står till vänster. Zink kan t.ex. avge till kopparjoner men koppar kan inte avge till zinkjoner.
- ✓ **Den elektrokemiska spänningsserien baseras inte enbart på elektronegativitet** utan även på hur bra metallerna "trivs" i jonform inkl. hur starka jon-dipolbindningar de kan skapa med vattenmolekyler (redoxreaktionerna sker vanligtvis i kontakt med vattenlösningar av något slag). Metaller som "trivs bra" i jonform och binder med starka jon-dipolbindningar till vattenmolekyler kommer bilda joner i större utsträckning än andra metaller.

Uppgift 1:

Avgör vilka av nedanstående reaktioner som kan ske



Lösning:



Reaktionen visar att Mg avger elektroner till Cu^{2+} . Denna reaktion kan ske i verkligheten eftersom den uppfyller båda reglerna;

1. *Avges från vänster till höger:* Mg står till vänster om Cu.

2. *Avges till metalljoner:* Elektroner avges från atomer (Mg) till joner (Cu^{2+}).

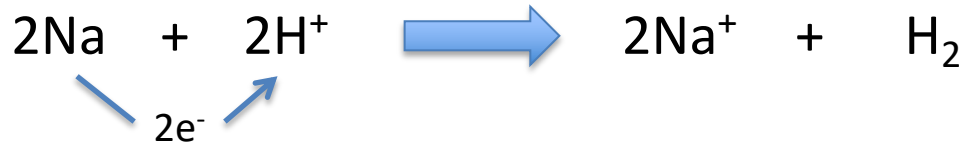


Reaktionen visar att Cu avger elektroner till Mg^{2+} . Denna reaktion kan ej ske i verkligheten eftersom den inte uppfyller regel 1;

1. *Avges från vänster till höger:* Cu står till höger om Mg. Cu kan därför inte avge elektroner till Mg^{2+} .

Oädla och ädla metaller

- ✓ **Oädla metaller reagerar med syror:** Metallerna till vänster om väte i spänningsserien avger elektroner till vätejoner. När detta sker bildar metallerna metalljoner och metallerna löses då upp eftersom de trivs i vatten i jonform. Dessa metaller löses alltså upp av syror eftersom det är syror som avger vätejoner, H^+ . Metaller som på detta sätt bildar joner och löses upp kallas för oädla metaller. I reaktionen bildas även vätgas (H_2).



Vätejonerna i reaktionen kommer från en syra. Gemensamt för alla syror är att de avger vätejoner.

- ✓ **Natrium är en oädel metall:** Natrium avger elektroner till vätejoner och löses då upp (bildar natriumjoner) och räknas därför som en oädel metall.
- ✓ **Ädla metaller reagerar inte med syror:** Metallerna till höger om väte avger inte elektroner till vätejoner och löses därför inte upp av syror. Dessa metaller kallas för ädla metaller. Desto längre till höger i spänningsserien desto ädlare är metallen.

Oädla metaller

Ädla metaller

Li K Ca Na Mg Al Zn Cr Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

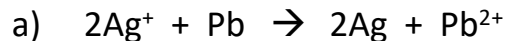
Uppgift 4:

I vilken riktning går nedanstående reaktioner?



← Li K Ca Na Mg Al Zn Cr Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au →

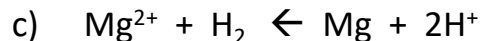
Lösning:



Pb ligger längre till vänster jämfört med Ag. Pb-atomer kan avge till Ag-joner (Ag^+).



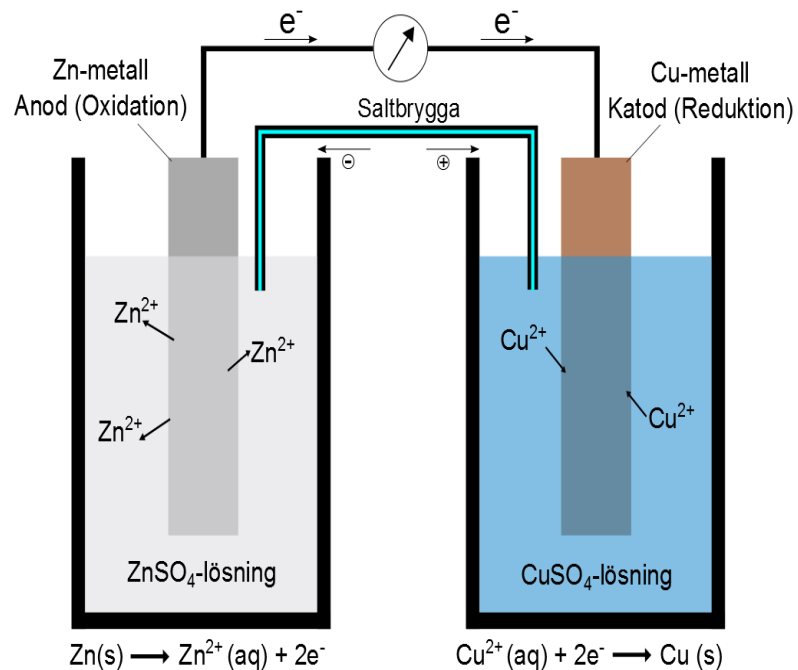
Mg ligger längre till vänster jämfört med Zn. Mg-atomer kan avge till Zn-joner (Zn^{2+}).



Mg ligger längre till vänster jämfört med H. Mg-atomer kan avge till H-joner (H^+).

Översiktlig förklaring över hur ett galvaniskt element fungerar

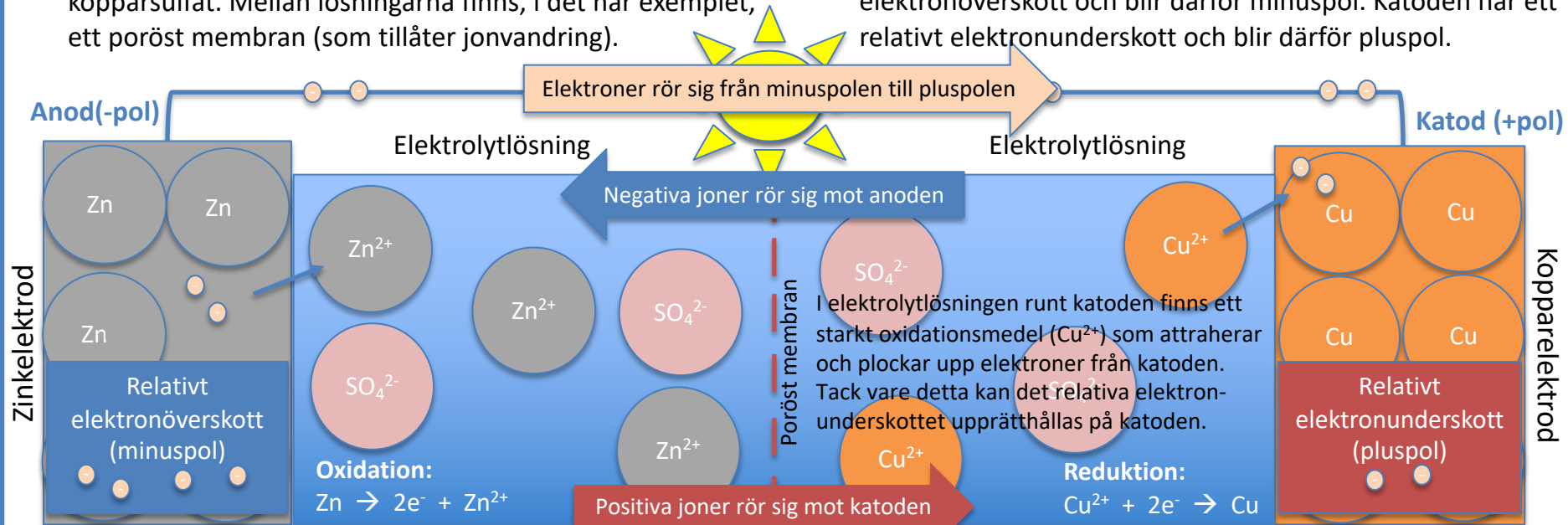
- Anoden avger elektroner:** Metallatomerna på anoden (Zn på bilden) avger lätt elektroner, i jämförelse med metallatomerna på katoden. Det skapas då ett relativt elektronöverskott på anoden, i jämförelse med katoden, alltså en laddningsskillnad (detta kallas för elektrisk spänning). Metallatomerna omvandlas samtidigt till joner som lämnar anoden och åker ut i elektrolytlösningen. Anoden minskar därför i storlek.
- Elektronerna vandrar från anoden till katoden:** Det relativa elektronöverskottet på anoden, i jämförelse med katoden, gör att elektronerna åker ut i ledningen och vandrar mot katoden. Elektronerna kan på sin väg över till katoden utföra ett arbete, t.ex. driva en lampa.
- Vid katoden plockas elektronerna upp av positiva joner:** Vid katoden plockas elektronerna upp av positiva joner i elektrolytlösningen (Cu^{2+} på bilden). Jonerna omvandlas då till atomer och fastnar på katoden. Katoden ökar i storlek.



Galvaniskt element med zink och koppar

- ✓ **Zink-koppar-elementet består av två metallektroder** gjorda av zink resp. koppar som är doppade i en varsin elektrolytlösning. Elektrolytlösningarna består av zinksulfat resp. kopparsulfat. Mellan lösningarna finns, i det här exemplet, ett poröst membran (som tillåter jonvandring).

- ✓ **Drivkraften för det galvaniska elementet** är skillnaden i laddning mellan anoden och katoden. Skillnaden i laddning kallas för *elektrisk spänning*. Anoden har ett relativt elektronöverskott och blir därför minuspol. Katoden har ett relativt elektronunderskott och blir därför pluspol.



Vid anoden finns en metall (Zn) som lätt oxideras så att det uppstår ett relativt elektronöverskott på anoden (i jämförelse med katoden).

Vid katoden finns en metall (Cu) som har relativt svårt att oxideras vilket ger ett relativt elektronunderskott på katoden (i jämförelse med anoden).

Ett galvaniskt element/cell kan beskrivas med ett cellschema

- ✓ **Cellschema:** Ett cellschema beskriver på ett överskådligt sätt ett galvaniskt element/cell och de reaktioner som sker i detta.
- ✓ **Nedanstående cellschema är för zink-koppar-elementet:**



- ✓ **Ett galvaniskt element/cell består av två "halvceller":** Den ena halvcellen är där oxidation sker (anoden) och den andra halvcellen är där reduktion sker (katoden). De två strecken i mitten betyder gränsen mellan de båda elektrolytlösningarna (membranet eller saltbryggan). De enkla strecken visar gränsen mellan två faser; i detta fall den fasta fasen (metallektroden) och den flytande fasen (elektrolytlösningen). Normalt tecknas cellschemat med katoden/pluspolen till höger (men inte alltid).

Uppgift 2:

I ett galvaniskt element/cell finns en silverelektrod och en blyelektrod. Elektrolytlösningarna innehåller AgNO_3 resp. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ och dessa står i kontakt med varandra genom en saltbrygga.

- Vilken elektrod fungerar som anod?
- Skriv den kemiska reaktion som sker vid katoden
- Skriv totalreaktionen för det galvaniska elementet
- Skriv ett cellschema för det galvaniska elementet

Elektrokemiska spänningsserien

Li K Ca Na Mg Al Zn Cr Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

Lösning:

a) Pb-elektroden eftersom Pb är ett bättre reduktionsmedel än Ag (står längre till vänster).

b) $\text{Ag}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$

c) $\text{Pb} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{Ag}$

d) Cellschemat skrivs på följande sätt:



Större skillnad mellan metallerna ger högre spänning (EMK) och därmed högre strömstyrka

Li K Ca Na Mg Al Zn Cr Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

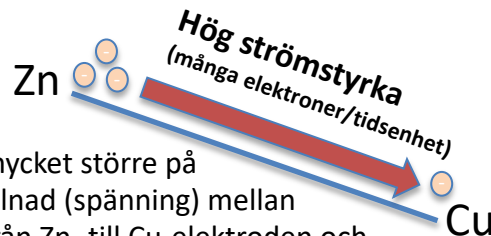


Zn oxideras lika lätt som Zn:

Elektronöverskottet (elektrontrycket) blir lika stort på båda elektroderna. Ingen laddningsskillnad (spänning) mellan elektroderna. Inga elektroner kommer därför vandra mellan elektroderna och därför uppstår ingen ström i det galvaniska elementet. **Liknelse:** Vatten som är stillastående i en sjö p.g.a. ingen höjdskillnad.

Zn oxideras mycket lättare än Cu:

Elektronöverskottet (elektrontrycket) blir mycket större på Zn-elektroden. Vi får en tydlig laddningsskillnad (spänning) mellan elektroderna. Elektroner kommer vandra från Zn- till Cu-elektroden och hastigheten kommer vara hög vilket ger en hög strömstyrka. **Liknelse:** Vatten som faller/strömmar fort i ett vattenfall p.g.a. stor höjdskillnad.



Mg oxideras lite lättare än Al:

Elektronöverskottet (elektrontrycket) blir lite större på Mg-elektroden. Vi får en laddningsskillnad (spänning) mellan elektroderna. Elektroner kommer vandra från Mg- till Al-elektroden men hastigheten kommer vara låg vilket ger en låg strömstyrka. **Liknelse:** Vatten som strömmar långsamt i en flod p.g.a. liten höjdskillnad.

Ström (ampere): Ström är antalet elektroner/tidsenhet som passerar i ledningen. **Spänning (volt):** Skillnaden i laddning mellan de båda metallelektroderna kallas för spänning (eller elektromotorisk kraft; EMK). Högre spänning innebär högre strömstyrka.

Normalpotentialer

Låga normalpotentialer

(har lätt för att oxidera och bilda joner vilket ger ett stort elektronöverskott på elektroden)

Höga normalpotentialer

(har svårt för att oxidera och bilda joner vilket ger ett litet eller inget elektronöverskott på elektroden)



✓ Normal elektrodpotential/normalpotential (e^0):

- Varje ämne i den elektrokemiska spänningsserien har en s.k. normal elektrodpotential, dock ofta förkortat "normalpotential".
- Förenklat kan man säga att normalpotentialen är ett mått på hur lätt ett ämne oxideras och bildar ett elektronöverskott på elektroden, i jämförelse med väte på en vätgaselektrod och under "normala" standardiserade förhållanden (vid 298 K, konc. 1 mol/dm³, och gstrycket 101,3 kPa).
- Desto mer negativt värdet är på normalpotentialen desto lättare oxideras ämnet och desto större blir elektronöverskottet på elektroden.
- Ämnen som har låga normalpotentialer är bra reduktionsmedel.

- ✓ **Sambandet mellan normalpotentialer och EMK:** Desto större skillnad mellan metallernas normalpotentialer desto större värde på EMK. Större skillnad i normalpotentialerna ger en större laddningsskillnad mellan elektroderna, vilket är samma sak som ett högre EMK.

Normalpotentialer

Låga normalpotentialer

(har lätt för att oxidera och bilda joner vilket ger ett stort elektronöverskott på elektroden)

Höga normalpotentialer

(har svårt för att oxidera och bilda joner vilket ger ett litet eller inget elektronöverskott på elektroden)

← Li K Ca Na Mg Al Zn Cr Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au →

Ämne:	Normalpotential (V):	Ämne:	Normalpotential (V):
Li	-3,04	Ni	-0,25
K	-2,92	Sn	-0,14
Ca	-2,87	Pb	-0,13
Na	-2,71	H	0
Mg	-2,37	Cu	+0,34
Al	-1,66	Hg	+0,799
Zn	-0,76	Ag	+0,80
Cr	-0,74	Pt	+1,20
Fe	-0,44	Au	+1,40

Dessa värden är i jämförelse med väte på en vätgaselektrod och under "normala" standardiserade förhållanden (vid 298 K, konc. 1 mol/dm³, och gstrycket 101,3 kPa).

Uppgift 2:

Vad blir EMK hos ett galvaniskt element med följande halvceller:

a) $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe(s)}$ och $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni(s)}$

b) $\text{Ag}^{+}/\text{Ag(s)}$ och $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg(s)}$

c) $\text{Al}^{3+}/\text{Al(s)}$ och $\text{Ag}^{+}/\text{Ag(s)}$

Lösning:

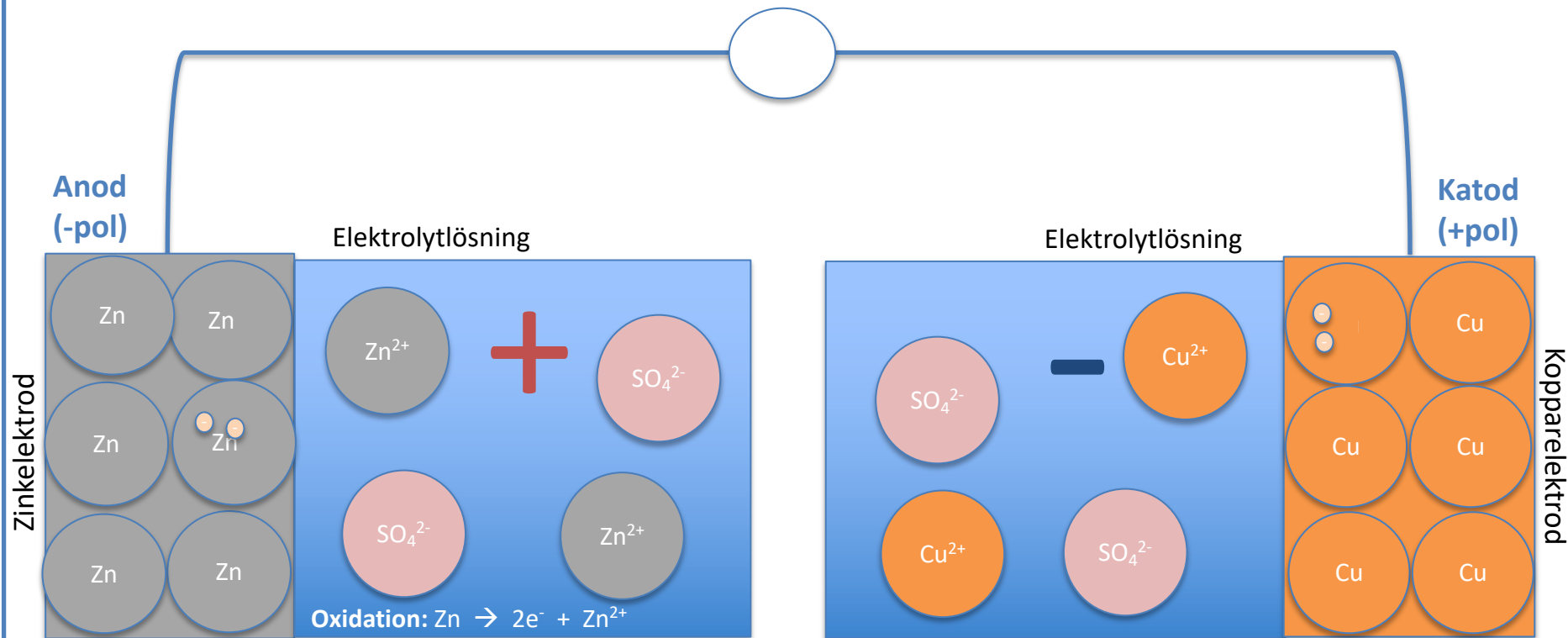
$$\text{a) EMK} = e^0_{\text{positiv pol}} - e^0_{\text{negativ pol}} = -0,25 \text{ V} - (-0,44 \text{ V}) = 0,19 \text{ V}$$

$$\text{b) EMK} = e^0_{\text{positiv pol}} - e^0_{\text{negativ pol}} = +0,80 \text{ V} - (-2,37 \text{ V}) = 3,17 \text{ V}$$

$$\text{c) EMK} = e^0_{\text{positiv pol}} - e^0_{\text{negativ pol}} = +0,80 \text{ V} - (-1,66 \text{ V}) = 2,46 \text{ V}$$

Ämne:	Normal-potential (V):	Ämne:	Normal-potential (V):
Li	-3,04	Ni	-0,25
K	-2,92	Sn	-0,14
Ca	-2,87	Pb	-0,13
Na	-2,71	H	0
Mg	-2,37	Cu	+0,34
Al	-1,66	Hg	+0,799
Zn	-0,76	Ag	+0,80
Cr	-0,74	Pt	+1,20
Fe	-0,44	Au	+1,40

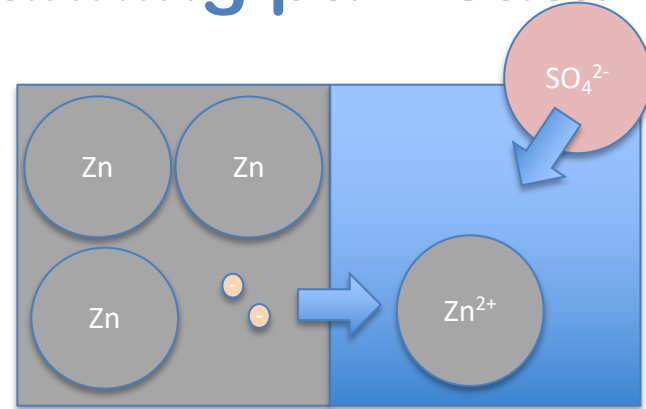
Utan en saltbrygga (eller ett membran) kan inte spänningen upprätthållas



Elektrolytlösningarna och saltbryggan/ membranet skapar elektrisk spänning på 2 sätt:

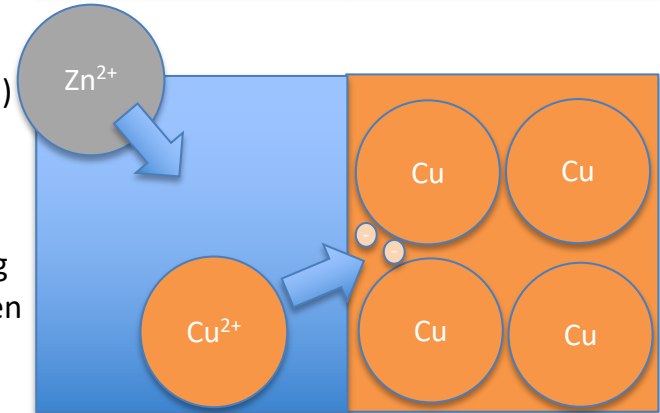
1. Hjälper till att skapa ett relativt elektronöverskott på anoden:

- Elektrolytlösningen runt anoden gör så att metalljonerna kan lämna anoden. Jonerna som bildas vid oxidationen måste kunna lämna anoden om det ska kunna uppstå ett elektronöverskott på anoden (fler elektroner vs. protoner).
- Negativa joner som färdas från saltbryggan, eller från katodens elektrolytlösning men via saltbryggan/membranet, hjälper till att upprätthålla laddningsbalansen i anodens elektrolytlösning. Detta är en förutsättning för att ett elektronöverskott ska kunna byggas upp på anoden.



2. Hjälper till att upprätthålla ett relativt elektronunderskott på anoden:

- Hos galvaniska element med metallektroder (det finns andra varianter också) så är det positiva joner i elektrolytlösningen runt katoden som tar emot de elektroner som anländer till katoden. Upptagandet av elektroner ser till att bibehålla det relativa elektronunderskottet på katoden.
- Positiva joner som färdas från saltbryggan, eller från anodens elektrolytlösning men via saltbryggan/membranet, hjälper till att upprätthålla laddningsbalansen i katodens elektrolytlösning. Detta är en förutsättning för att elektroner ska kunna upptas vid katoden, och för att vi därmed ska kunna upprätthålla ett relativt elektronunderskott på katoden.



Utan en saltbrygga/membran blir det laddningsobalans i elektrolytlösningarna

För varje zinkatom som oxideras och ger upphov till en zinkjon så uppstår det en positiv nettoladdning i elektrolytlösningen (för många positiva joner jämfört med negativa). Detta är ett tillstånd som inte kan existera (ett tillstånd med väldigt hög energi) utan snabbt måste återställas på något sätt. Attraktionen mellan "överskottselektronerna" på anoden och elektrolytlösningens zinkjoner blir väldigt stor (minusladdade elektroner och ett överskott av positivt laddade zinkjoner). Detta leder till att varje zinkjon som bildades vid oxidationen återvänder till zinkelektroden, plockar upp 2 elektroner igen och reduceras till en zinkatom. Vi får då inget elektronöverskott på anoden och **därmed ingen spänningsskillnad mellan anoden och katoden**. Ingen elektronvandring kommer ske i den elektriska ledaren.

Om en kopparjon upptar 2 elektroner vid katoden så innebär det dock att en negativ nettoladdning uppstår i elektrolytlösningen. Detta är ett tillstånd som inte kan existera (ett tillstånd med väldigt hög energi) utan snabbt måste återställas på något sätt. Attraktionen mellan anländande elektroner och de positiva kopparjonerna i elektrolytlösningen upphör helt, eftersom kopparjonerna i elektrolytlösningen nu attraheras mycket mer av överskottet av negativa joner i elektrolytlösningen. För att laddningsbalansen ska återställas så kommer en kopparatom på katoden avge 2 elektroner och bilda en kopparjon som åker ut i elektrolytlösningen. I jonform attraheras den väldigt mycket av den negativa laddningen i elektrolytlösningen, och detta leder till att laddningsbalansen återställs. Resultatet av detta är dock att vi inte får något nettoupptag av elektroner från katoden. Elektroner ansamlas där och **spänningsskillnaden mellan anoden och katoden försvinner**. Ingen elektronvandring kommer ske i den elektriska ledaren.