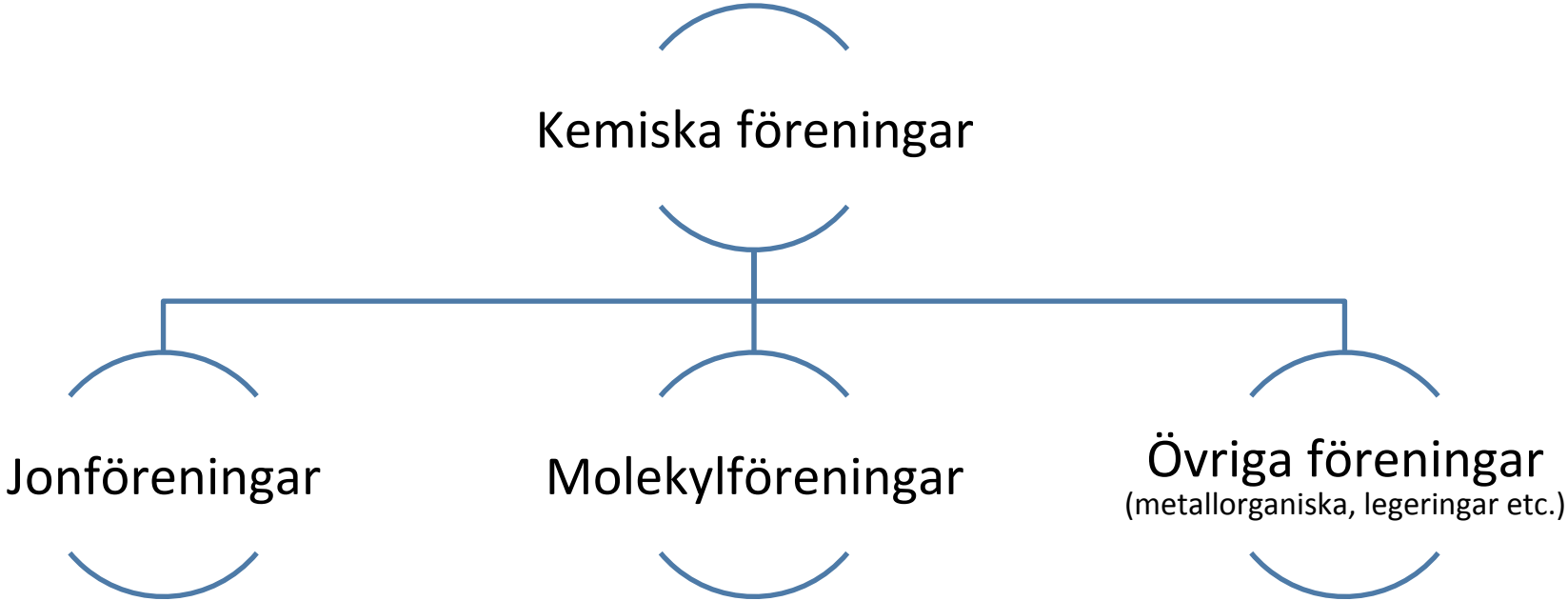
Jonföreningar och jonbindningar

Niklas Dahrén

Kemiska föreningar kan delas in i 3 huvudtyper

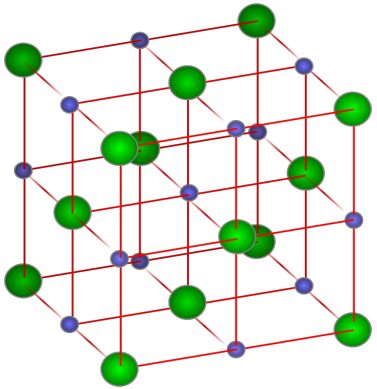


Jämförelse mellan en jonförening och en molekylförening

Jonförening (salt):

NaCl

Natriumklorid

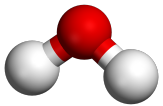


Saltet natriumklorid består av ett ”oändligt” antal Na^+ och Cl^- som binder till varandra i ett tredimensionellt mönster som hela tiden upprepas (kristallstruktur). Varje Na^+ binder till 6 stycken Cl^- och tvärtom. Mellan jonerna förekommer det jonbindningar.

Molekylförening:

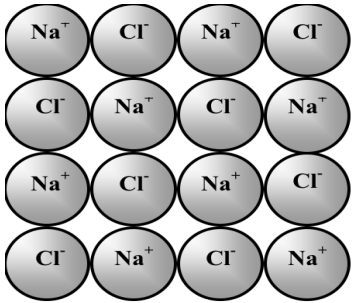
H_2O

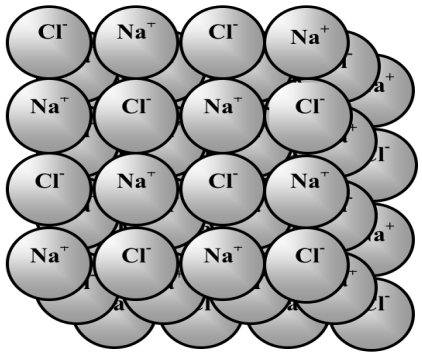
Vattenmolekyl

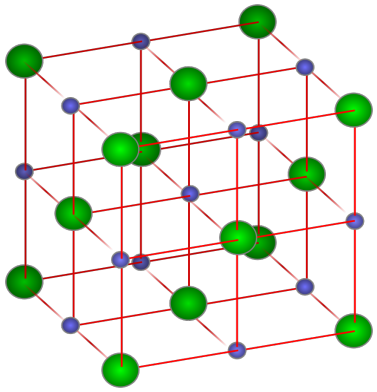


En vattenmolekyl består av ett bestämt antal atomer, nämligen 2 väteatomer och 1 syreatom. Dessa atomer sitter bundna till varandra med polära kovalenta bindningar.

Jonföreningar (salter) är uppbyggda av ett stort antal joner





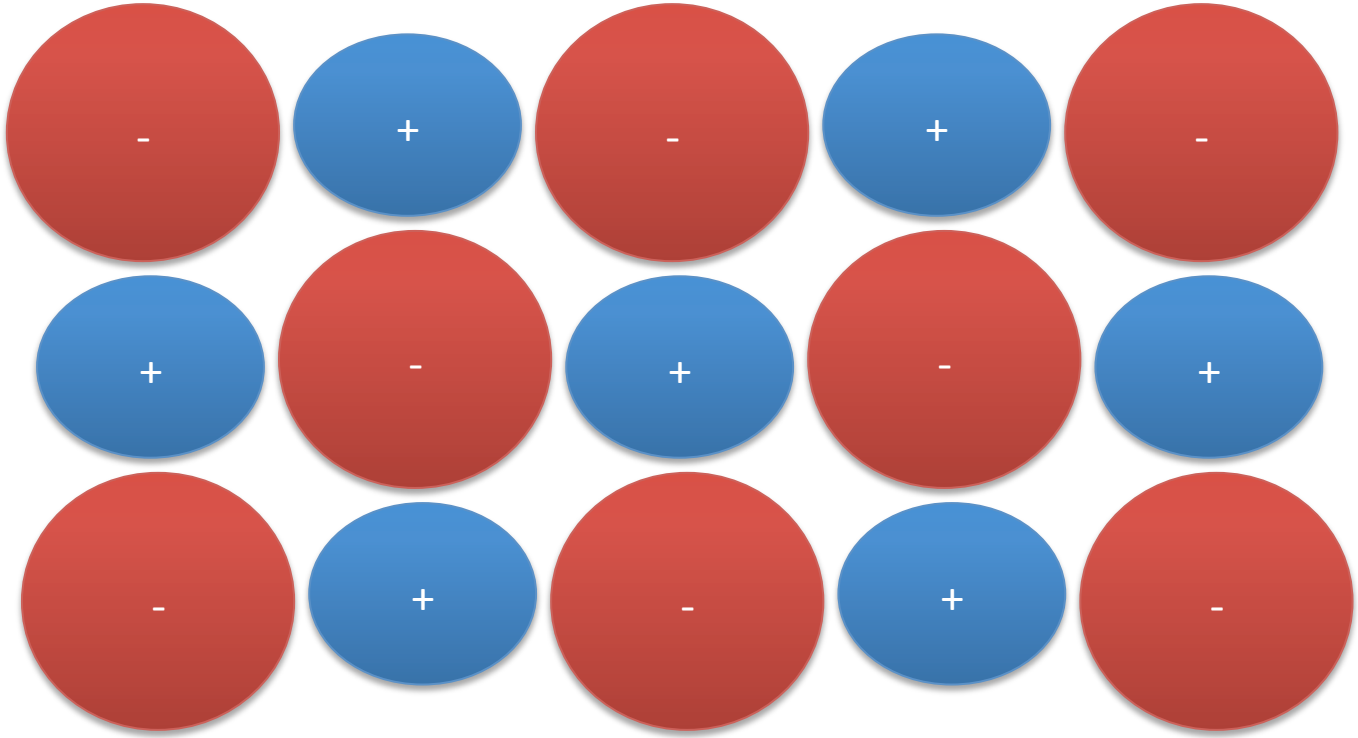


- ✓ **Jonföreningar (salter):** Består av ett ”oändligt” antal positiva och negativa joner som binder till varandra i ett tredimensionellt mönster som hela tiden upprepas (kristallstruktur).

- ✓ **Joner:** Atomer som har tagit upp eller avgivit valenselektroner och därmed blivit negativt laddade joner (anjoner) eller positivt laddade joner (katjoner). Det finns även sammansatta joner som består av flera atomer.

- ✓ **Katjoner och anjoner:** Katjoner är positivt laddade joner medan anjoner är negativt laddade joner. Katjoner och anjoner attraheras av varandras laddningar och det uppstår därmed jonbindningar mellan jonerna.

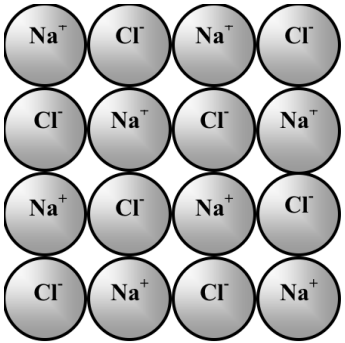
Jonbindning är en elektrostatisk attraktion

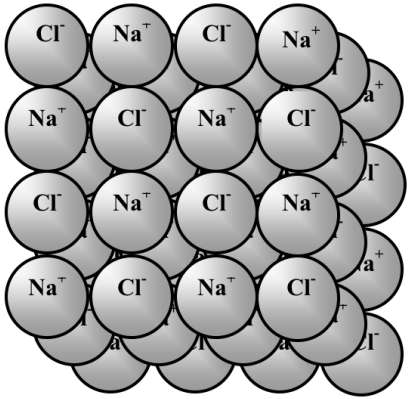


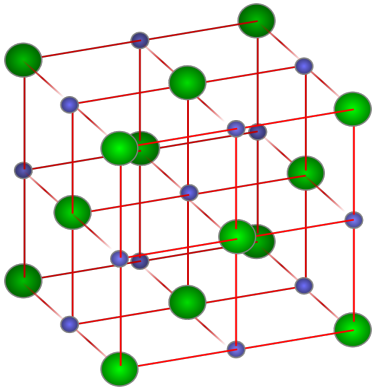
Positiva joner (katjoner) attraheras av negativa joner (anjoner) och negativa joner attraheras av positiva joner. Detta sker i alla riktningar Positiva joner är positiva p.g.a. ett elektronunderskott (har avgivit en eller flera elektroner). Negativa joner är negativa p.g.a. ett elektronöverskott (har upptagit en eller flera elektroner).

Vad menas med kristaller?

- ✓ **Kristaller:** I en jonförening binds de ingående jonerna till varandra i ett tredimensionellt mönster som hela tiden upprepas (ett ”oändligt” mönster”). Ämnen som byggs upp på detta sätt, med en regelbunden struktur som upprepar sig i alla tre dimensioner, kallas för kristaller. Förutom jonföreningar så är metaller, snöflingor och diamanter exempel på kristaller.







Atomer får ädelgasstruktur och lägre energi genom att omvandlas till joner

- ✓ **Metallatomer får ädelgasstruktur** genom att avge sina valenselektroner till andra ämnen. De omvandlas då till positivt laddade joner.

$$Na \rightarrow Na^{+} + e^{-}$$

Natrium avger sin valenselektron, får ädelgasstruktur och blir en positivt laddad jon.

- ✓ **Atomer från ickemetallerna får ädelgasstruktur** genom att uppta valenselektroner från andra ämnen. De omvandlas då till negativt laddade joner.

$$F + e^{-} \rightarrow F^{-}$$

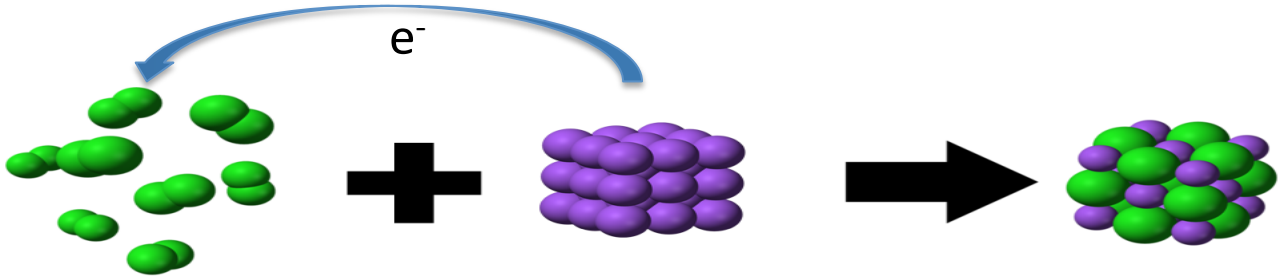
Fluor upptar en valenselektron, får ädelgasstruktur och blir en negativt laddad jon.

- ✓ **Positivt laddade joner och negativt laddade joner** attraheras av varandras laddningar och kommer därför skapa starka jonbindningar till varandra. När detta sker frigörs värme till omgivningen samtidigt som atomerna/jonerna får lägre energi:

$$Na^{+} + F^{-} \rightarrow Na^{+}F^{-} + \text{Energi}$$

Na+ och F- bildar tillsammans saltet natriumfluorid NaF. Obs. Det är inte enbart 1 Na^{+} och 1 F^{-} som ingår i saltet utan ett stort antal som binder till varandra i en kristallstruktur.

Natriumklorid kan bildas genom att klorgas reagerar med natriummetall



- ✓ **Klormolekylerna (i gasform) kan reagera med natriumatomerna** i natriummetallen om de krockar med tillräckligt hög fart. Varje kloratom kommer då (p.g.a. hög elektronegativitet) dra åt sig en valenselektron från en natriumatom (låg elektronegativitet) och det bildas då negativa kloridjoner och positiva natriumjoner som sedan kan slå sig samman och bilda jonföreningen natriumklorid.

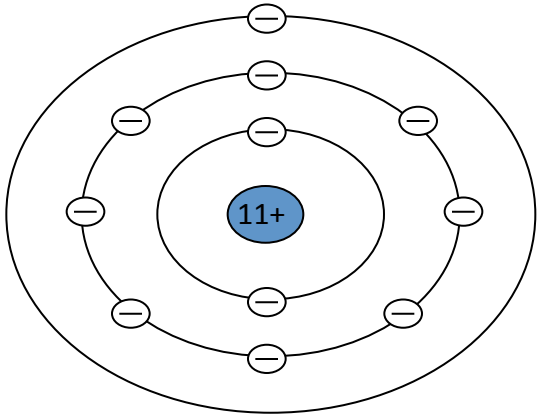
- ✓ **Ovanstående reaktionsformel visar förhållandet (proportionen)** mellan antalet kloratomer och natriumatomer och inte det faktiska antalet (som egentligen är mycket stort).

Bildkälla: By Antoni Salvà (Own work) [CC BY-SA 3.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0)], via Wikimedia Commons

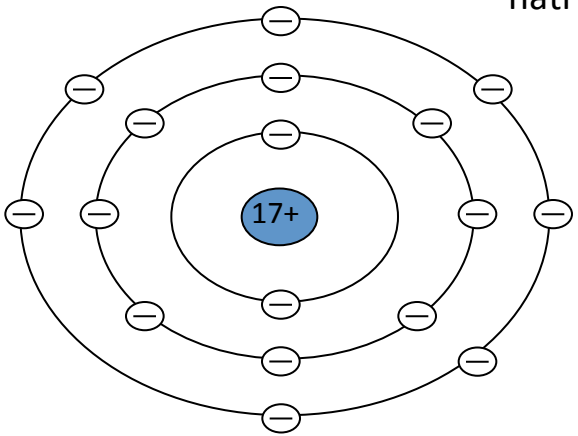
När klorgasmolekyler krockar med natriumatomer sker en elektronöverföring

Natrium har en valenselektron…
…och klor har 7 valenselektroner.

Cl är bra på att attrahera elektroner (hög elektronegativitet) och ”stjäl” natriums valenselektron.



Na

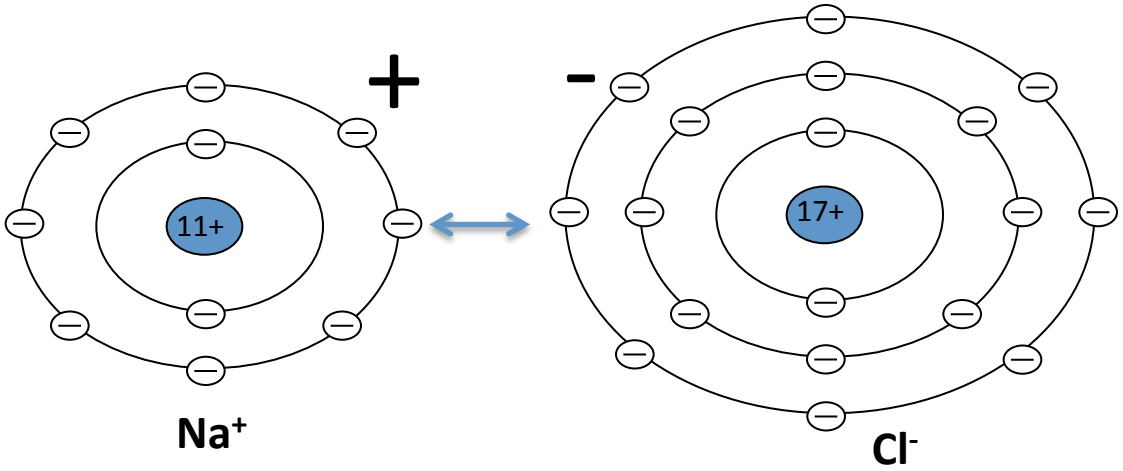


Cl

När det sker får båda ämnena ädelgasstruktur.

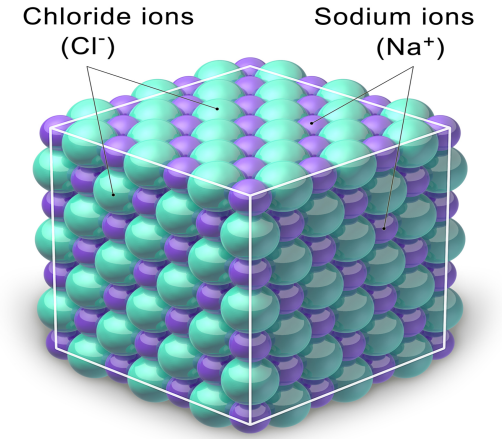
Natriumatomen blir då positivt laddad (positiv jon) medan kloratomen blir negativt laddad (negativ jon).

- ✓ **De positiva natriumjonerna och de negativa kloridjonerna kommer nu** attraheras av varandras laddningar och det uppstår därmed jonbindningar mellan jonerna (elektrostatisk attraktion). Jonbindningar är starka och stabila bindningar. När jonbindningar uppkommer minskar elektronernas energi (och därmed atomernas/jonernas energi) vilket är en viktig drivkraft för uppkomsten av dessa bindningar.



- ✓ **Jonförening/salt:** Den förening som uppstår kallas för en ”jonförening” eller ”salt”. Det är dock viktigt att förstå att en jonförening eller ett salt inte enbart består av 1 positiv jon och 1 negativ jon som binder till varandra utan av ett stort antal joner som sitter bundna till varandra i ett speciellt och regelbundet tredimensionellt mönster (kallas för en saltkristall).

Natriumklorid är namnet på vanligt bordssalt



Sodium Chloride Crystal

- ✓ **I vanligt bordssalt (natriumklorid)** är varje positiv natriumjon omgiven av sex negativa kloridjoner och tvärt om. Ett litet saltkorn kan innehålla omkring 10^{20} joner i ett sådant kristallmönster.

- ✓ **Saltkristaller är alltid elektriskt neutrala vilket innebär att det finns** lika mycket positiv som negativ laddning. Om det skulle vara mer av en viss typ av laddning (t.ex. mer negativ laddning än positiv) så skulle kristallstrukturen spricka sönder p.g.a. att lika laddningar repellerar varandra.

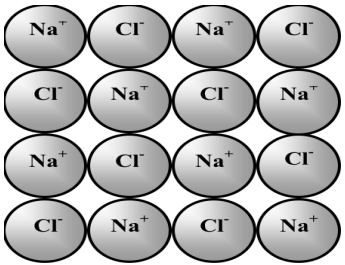
- ✓ **NaCl är den kemiska beteckningen på vanligt salt:** Natriumjoner har laddningen +1 och kloridjoner har laddningen -1 vilket innebär att det i saltet natriumklorid finns lika många natrium- och kloridjoner. Förhållandet mellan dessa är därför 1:1 och därav blir formeln; NaCl. NaCl betyder alltså inte att det enbart finns 1 natriumjon och 1 kloridjon utan det innebär att det finns lika många av dessa.

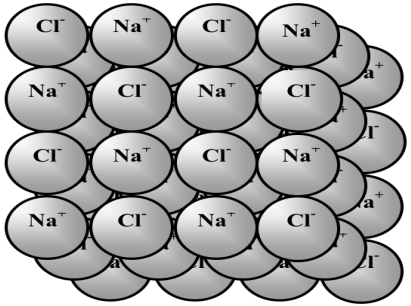
Bildkälla: By BruceBlaus (Own work) [CC BY 3.0 (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0)], via Wikimedia Commons

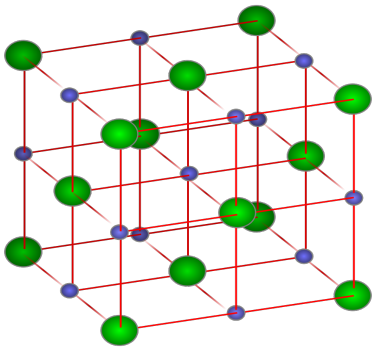
Jonföreningar är uppbyggda av metaller och ickemetaller

- ✓ **De positiva jonerna i saltet** är joner som har bildats av metaller. Metallatomer har få valenselektroner och låg elektronegativitet och avger därför sina valenselektroner relativt lätt. Metaller bildar alltså relativt lätt positiva joner.

- ✓ **De negativa jonerna i saltet** är joner som har bildats av ickemetaller. Atomer av ickemetaller har många valenselektroner och hög elektronegativitet och upptar därför valenselektroner från andra ämnen relativt lätt. Ickemetaller bildar alltså negativa joner relativt lätt (framförallt ickemetallerna långt till höger i det periodiska systemet).







Metallen natrium har reagerat med ickemetallen klor och bildat saltet natriumklorid.

Metaller och ickemetaller bildar jonföreningar

Metaller: Avger valenselektroner och bildar positiva joner p.g.a. låg elektronegativitet och få valenselektroner.

Ickemetaller: Upptar valenselektroner och bildar negativa joner p.g.a. hög elektronegativitet och många valenselektroner.

+1	+2											+3	+4	-3	-2	-1	
1 H^+ H^-																	2
3 Li^+	4 Be^{2+}											5	6	7 N^{3-}	8 O^{2-}	9 F^-	10
11 Na^+	12 Mg^{2+}											13 Al^{3+}	14	15	16 S^{2-}	17 Cl^-	18
19 K^+	20 Ca^{2+}	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35 Br^-	36
37 Rb^+	38 Sr^{2+}	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53 I^-	54
55 Cs^+	56 Ba^{2+}	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
87 Fr^+	88 Ra^{2+}	89															

Atomjonernas namn

- ✓ **Atomjoner:** Joner som bildas av en enda atom kallas atomjoner.
- ✓ **Positivt laddade atomjoner** har samma namn som respektive grundämne med tillägget -jon.
- ✓ **Negativt laddade atomjoner** har alltid ändelsen -id, ofta kopplad till respektive grundämnes vetenskapliga namn.

GRUPP 1	GRUPP 2	GRUPP 13	GRUPP 14	GRUPP 15	GRUPP 16	GRUPP 17
H^+ vätejon H^- hydridjon	Be^{2+} berylliumjon			N^{3-} nitridjon	O^{2-} oxidjon	F^- fluoridjon
Li^+ litiumjon	Mg^{2+} magnesiumjon	Al^{3+} aluminiumjon			S^{2-} sulfidjon	Cl^- kloridjon
Na^+ natriumjon	Ca^{2+} kalciumjon					Br^- bromidjon
K^+ kaliumjon	Sr^{2+} strontiumjon					I^- jodidjon
Rb^+ rubidiumjon	Ba^{2+} bariumjon					

Sammansatta joner

- ✓ **Sammansatta joner:** Förutom atomjoner finns det sammansatta joner. Dessa består av minst 2 atomer. Tillsammans har dessa atomer ett elektronunderskott (positivt laddade) eller ett elektronöverskott (negativt laddade).

- ✓ **Ett exempel är** karbonatjonen CO_3^{2-} som innehåller en kolatom och tre syreatomer och tillsammans har 2 elektroner mer än vad 1 kolatom och 3 syreatomer har tillsammans i vanliga fall.

- ✓ **I tabellen till höger finns namn** och formler för några viktiga sammansatta joner. Namn på sammansatta joner med negativ laddning innehåller ofta ändelsen -id, -at eller -it.

Sammansatta joner	
Hydroxidjon	OH^-
Cyanidjon	CN^-
Sulfatjon	SO_4^{2-}
Sulfitjon	SO_3^{2-}
Nitratjon	NO_3^-
Nitritjon	NO_2^-
Karbonatjon	CO_3^{2-}
Fosfatjon	PO_4^{3-}
Ammoniumjon	NH_4^+

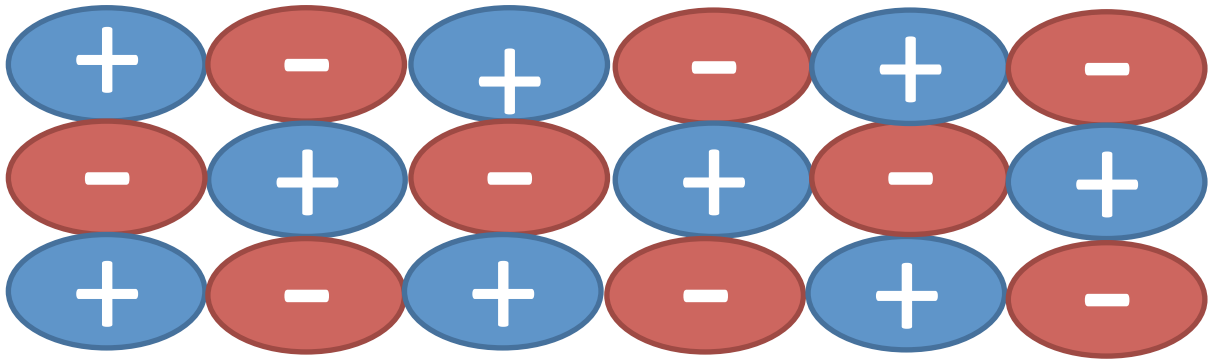
Namngivning av olika jonföreningar (salter)

- ✓ **Exempel: Namnge det salt som bildas av kloridjoner och magnesiumjoner**
  1. Ta bort ändelsen ”-jon” från de båda jonerna; **klorid** och **magnesium.**
  2. Skriv den positiva jonen först och den negativa jonen sist; **magnesiumklorid.**

- ✓ **Exempel: Namnge den jonförening som bildas när kalcium reagerar med fluorgas.**
  1. Lägg till ändelsen”-id” på det ämne som kommer bilda den negativa jonen; **fluorid.**
  2. Skriv den positiva jonen först och den negativa jonen sist; **kalciumfluorid.**

Skriva formler för olika jonföreningar

- ✓ **Nettoladdningen i en jonförening** ska alltid vara noll! Om det är för mycket positiv laddning jämfört med negativ laddning (eller tvärtom) kommer jonföreningen (saltkristallen) att spricka sönder eftersom det uppstår repellering mellan likadana laddningar.



Antalet positiva laddningar måste vara lika många som antalet negativa laddningar annars kommer saltkristallen att gå sönder!

Kemisk beteckning på olika salter

- ✓ **Exempel: Hur skriver man natriumklorid?**
  1. Natriumklorid består av jonerna: Na^+ och Cl^-
  2. Antalet positiva och negativa laddningar ska vara lika i en jonförening. I det här fallet ska alltså förhållandet mellan antalet Na^+ och Cl^- vara 1:1.
  3. Man skulle kunna skriva så här: Na^+Cl^-
  4. Oftast skriver man dock så här: NaCl

- ✓ **Exempel: Hur skriver man magnesiumklorid?**
  1. Magnesiumklorid består av magnesiumjoner (Mg^{2+}) och kloridjoner (Cl^-).
  2. Förhållandet mellan Mg^{2+} och Cl^- ska därför vara 1:2 för att nettoladdningen i jonföreningen ska bli 0.
  3. Magnesiumklorid: $Mg^{2+}(Cl^-)_2$
  4. Oftast skriver man dock så här: $MgCl_2$

Uppgift:

Skriv den kemiska beteckningen på följande salter:

a) Magnesiumflourid
b) Kalciumklorid
c) Natriumoxid
d) Magnesiumnitrid

Svar:

a) MgF_2
b) $CaCl_2$
c) Na_2O
d) Mg_3N_2

Jonföreningars (salters) egenskaper

- ✓ **Höga smält- och kokpunkter:** Jonbindningar är mycket starka bindningar som leder till höga smält- och kokpunkter. T.ex. har NaCl en smältpunkt på 801 grader och en kokpunkt på 1465 grader.

- ✓ **Kan leda ström:** För att ström ska kunna ledas vidare måste laddade partiklar förflyttas. Dessa partiklar kan antingen vara elektroner eller joner. I en jonförening (salt) finns det joner. Joner måste dock vara rörliga för att kunna leda ström:

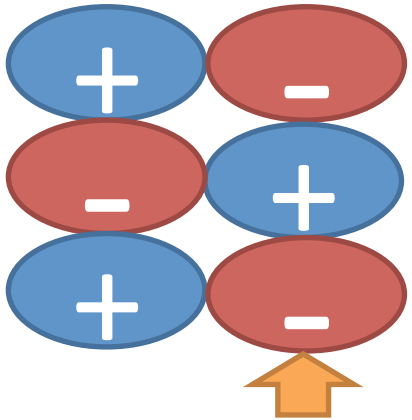
Ett salt i fast form leder ej ström	Ett salt i flytande form leder ström	Ett salt löst i vatten leder ström

- ✓ **Jonföreningar (saltkristaller) är spröda:** Det innebär att de spricker lätt.

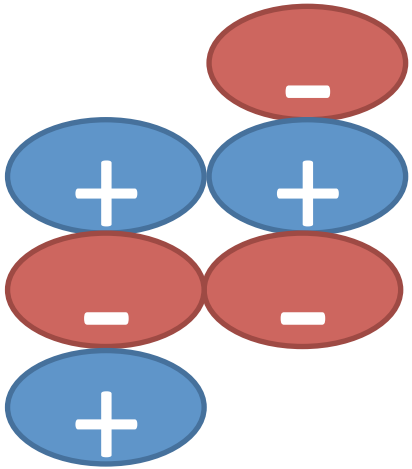
Jonföreningar (saltkristaller) är spröda och spricker ganska lätt

- ✓ **Om jonerna i en saltkristall förskjuts p.g.a. yttre påverkan kommer** positiva joner hamna bredvid varandra samtidigt som negativa joner hamnar bredvid varandra. De lika laddningarna repellerar då varandra – och kristallen spricker. Saltkristaller är alltså inte särskilt formbara.

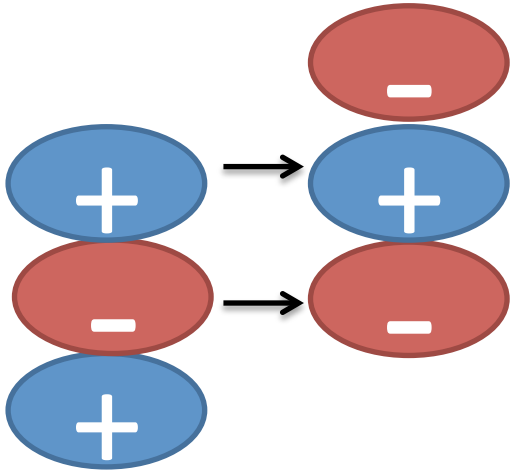
1.



2.



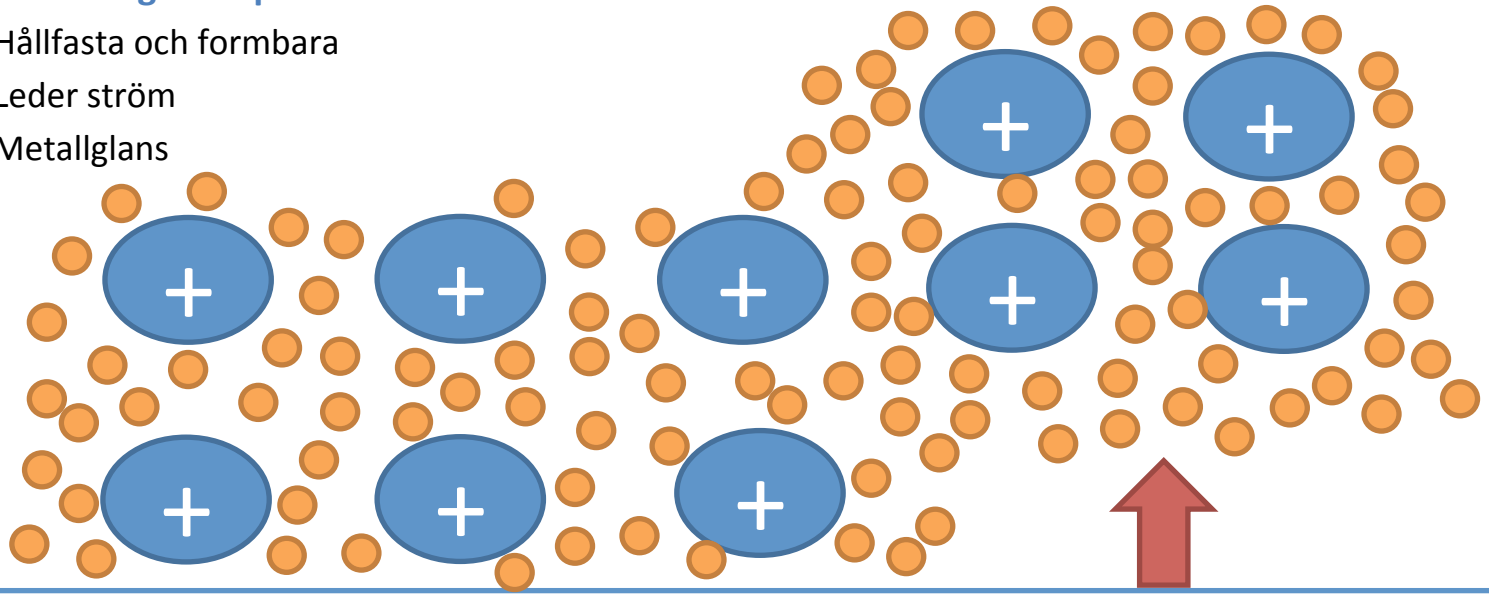
3.



Metallkristaller är hållfasta och formbara

- ✓ **Metallkristaller kan utsättas för yttre påverkan** utan att metallkristallen går sönder. I metallkristallen uppstår nämligen ingen repellering mellan de positiva metalljonerna när lagren av metalljoner förskjuts eftersom det finns en massa fria elektroner mellan metalljonerna som förhindrar att det uppstår. Elektronernas negativa laddning göra att metalljonerna inte känner av varandras positiva laddningar.

- ✓ **Metallernas egenskaper:**
  - Hållfasta och formbara
  - Leder ström
  - Metallglans



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. Det krävs mer joniseringsenergi för att ta bort ytterligare en elektron eftersom denna elektron tas bort från en laddad atom (atomen blev positivt laddad när den första elektronen avlägsnades).

- ✓ **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:

a) Hur ändras joniseringsenergin om man går nedåt i grupp 1?
b) Hur ändras joniseringsenergin om man går till höger i period 2?

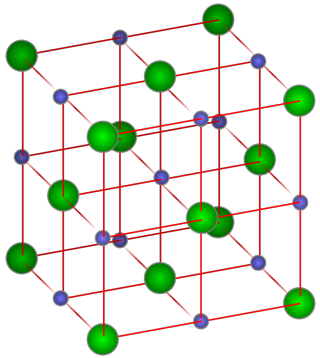
Svar:

a) Den ökar p.g.a. högre nettoladdning som håller i valenselektronerna blir kraftigare.

b) Den minskar eftersom atomradien ökar.

Vad händer när vi löser vanligt salt i vatten?

Vanligt salt

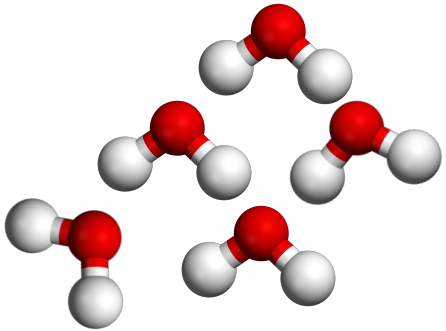


NaCl

Alla salter består av positiva joner och negativa joner som binder till varandra med jonbindningar.

+

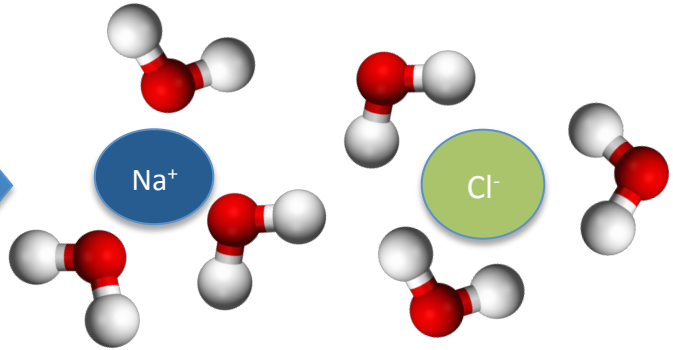
Vatten



H_2O

Vattenmolekyler är dipoler vilket innebär att de har en sida som är lite positivt laddad och en sida som är lite negativt laddad.

Saltlösning



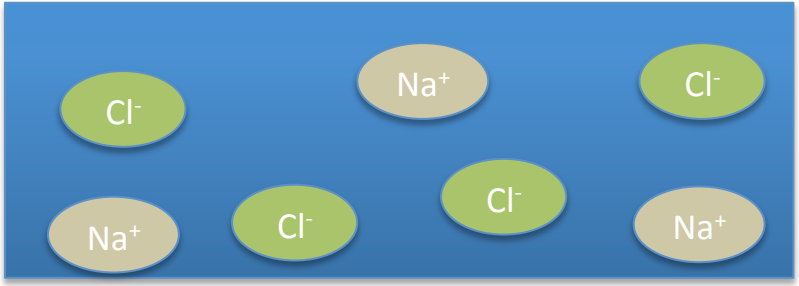
NaCl löst i H_2O

Om vi blandar ett lättlösligt salt med vatten så kommer vattenmolekylerna bryta jonbindningarna och själva skapa bindningar (jon-dipolbindningar) till jonerna.

En del salter är dock svårlösliga i vatten

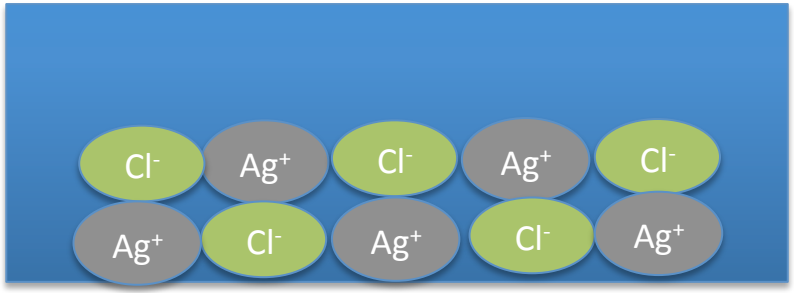
- ✓ **I vissa salter binder jonerna till varandra med väldigt starka jonbindningar** och därför löser sig inte saltet i vatten. Vattenmolekylerna klarar helt enkelt inte av att ”bryta” sig in mellan jonerna och bryta jonbindningarna. Det kan även vara så att vattenmolekylerna inte ”vill” bryta bindningen eftersom vattenmolekylerna inte attraheras tillräckligt av de olika jonerna utan binder hellre till andra vattenmolekyler.

NaCl är ett lättlösligt salt



Om vi blandar ett lättlösligt salt med vatten kommer vatten-molekylerna tränga sig in i saltet, bryta jonbindningarna och själva skapa bindningar till jonerna. Jonerna omringas av vattenmolekyler och separerar därmed dessa från varandra.

AgCl är ett svårlösligt salt

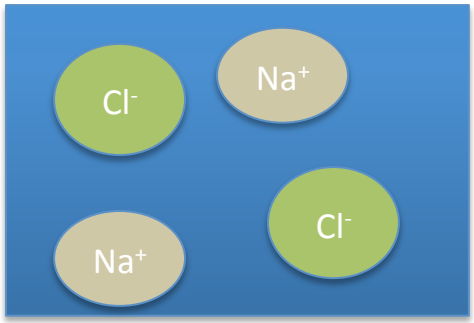


Om vi blandar ett svårlösligt salt med vatten så kommer vattenmolekylerna inte” vilja” eller inte kunna tränga sig in i saltet och bryta jonbindningarna. Saltet löser sig därför inte i vattnet.

Fällningar kan uppstå när vi blandar två olika saltlösningar med varandra

- ✓ **Om vi blandar två olika saltlösningar med varandra** (där vardera salt är komplett upplöst) så kan jonerna i de olika saltlösningarna skapa nya kombinationer så att ett svårlösligt salt bildas som "faller ut" i lösningen (en fällning). När ett salt fälls ut på detta sätt får saltet en fast form eftersom det bildas saltkristaller i lösningen. När en fällning bildas blir lösningen grumlig och ibland antar den också en viss färg.

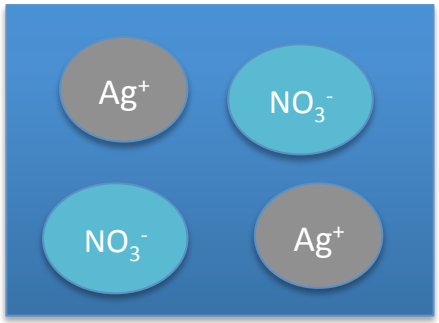
Lättlösligt salt



Lösning av saltet natriumklorid (NaCl)

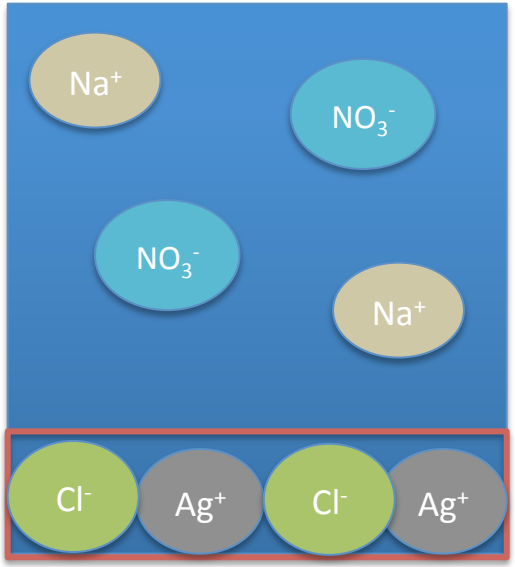
+

Lättlösligt salt



Lösning av saltet silvernitrat ($AgNO_3$)

Svårlösligt salt (fällning)



Bilden visar en fällning av saltet silverklorid (AgCl) och fria natrium- och nitratjoner som är lösta i vattnet.

Översikt över jonföreningar

Se gärna fler filmer av Niklas Dahrén:

http://www.youtube.com/Kemilektioner
http://www.youtube.com/Medicinlektioner