

## FACIT: JONFÖRENINGAR OCH JONBINDNINGAR

När du ska lösa en del av nedanstående uppgifter behöver du ev. ta hjälp av nedanstående tabeller:

Sammansatta joner:	
Hydroxidjon	$\text{OH}^-$
Cyanidjon	$\text{CN}^-$
Sulfatjon	$\text{SO}_4^{2-}$
Sulfitjon	$\text{SO}_3^{2-}$
Nitratjon	$\text{NO}_3^-$
Nitritjon	$\text{NO}_2^-$
Karbonatjon	$\text{CO}_3^{2-}$
Fosfatjon	$\text{PO}_4^{3-}$
Ammoniumjon	$\text{NH}_4^+$

Metalljoner:	Kemisk beteckning:	Lågfärg:
Litium	$\text{Li}^+$	Röd-rosa
Natrium	$\text{Na}^+$	Gul
Kalium	$\text{K}^+$	Lila
Barium	$\text{Ba}^{2+}$	Grön
Kalcium	$\text{Ca}^{2+}$	Orange
Koppar	$\text{Cu}^{2+}$	Blå-grön
Strontium	$\text{Sr}^{2+}$	Röd

Joner:	Reagens: Silvernitrat	Reagens: Bariumklorid	Reagens: Saltsyra	Reagens: Natriumhydroxid
Kloridjon: $\text{Cl}^-$	AgCl= vit fällning			
Jodidjon: $\text{I}^-$	AgI= gul fällning			
Sulfatjon: $\text{SO}_4^{2-}$		$\text{BaSO}_4^{2-}$ = vit fällning		
Karbonatjon: $\text{CO}_3^{2-}$		$\text{BaCO}_3^{2-}$ = vit fällning	$\text{CO}_2$ bildas	
Kopparjon: $\text{Cu}^{2+}$				$\text{Cu}(\text{OH})_2$ = blå fällning
Järnjon: $\text{Fe}^{2+}$				$\text{Fe}(\text{OH})_2$ = svart fällning
Järnjon: $\text{Fe}^{3+}$				$\text{Fe}(\text{OH})_3$ = brun fällning

### Jonföreningar och jonbindningar:

1. Vilka av följande ämnen är jonföreningar och vilka är molekylföreningar?

- |                    |              |                  |                    |
|--------------------|--------------|------------------|--------------------|
| a) Magnesiumklorid | b) Koldioxid | c) $\text{CH}_4$ | d) $\text{MgSO}_4$ |
| e) Aluminiumoxid   | f) NaF       | g) CO            | h) $\text{Cl}_2$   |

Svar:

- |                |                    |                    |                    |
|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| a) Jonförening | b) Molekylförening | c) Molekylförening | d) Jonförening     |
| e) Jonförening | f) Jonförening     | g) Molekylförening | h) Molekylförening |

## FACIT: JONFÖRENINGAR OCH JONBINDNINGAR

2. Varför består de flesta jonföreningar av en metall och en ickemetall (varför inte av t.ex. två ickemetaller eller av två olika metaller)?

Svar:

Jonföreningar består av positivt laddade joner som binder till negativt laddade joner. Positivt laddade joner uppkommer från metaller, eftersom metallatomerna har låg elektronegativitet och därför relativt lätt avger sina valenselektroner. Negativt laddade joner uppkommer från ickemetaller, eftersom dessa har hög elektronegativitet och därför relativt lätt upptar valenselektroner. Vi måste alltså ha 1 metall och 1 ickemetall för att få till positiva och negativa joner och därmed kunna bilda en jonförening!

3. Vilken partikel har störst radie; en magnesiumjon eller en natriumjon? Motivera.

Svar:

Magnesiumjonen har 2 skal, 12 protoner och 10 elektroner (när den blir en positiv jon så avges två valenselektronerna). Natriumjonen har 2 skal, 11 protoner och 10 elektroner (avger en valenselektron). Utifrån detta så borde radien vara lika stor, eller? Nej inte riktigt.

Magnesiumjonen har en proton mer än vad natriumjonen har. Den extra positiva laddningen ger magnesium en högre nettoladdning/effektiv kärnladdning vilket innebär att magnesiumjonen kommer kunna attrahera valenselektronerna mer och dra dessa närmare atomkärnan (nu är det de 8 elektronerna som sitter i det andra skalet som är valenselektronerna). Detta innebär att magnesiumjonen får en något mindre radie jämfört med natriumjonen.

Uträkning av nettoladdning/effektiv kärnladdning:

- Natrium har nettoladdningen +9 i jonform (11 protoner minus 2 inre elektroner).
- Magnesium har nettoladdningen +10 i jonform (12 protoner minus 2 inre elektroner).

4. Rangordna följande partiklar utifrån deras radie (börja med den som har störst radie);

- a) En kaliumatom      b) En kaliumjon      c) En kloratom      d) En kloridjon

Svar:

Nu har vi många partiklar att jämföra. Enklast är då att göra en tabell med de två faktorer som påverkar radien, nämligen antalet skal och antal protoner och sedan jämföra ämnena med varandra.

## FACIT: JONFÖRENINGAR OCH JONBINDNINGAR

Partikel:	Antalet skal:	Antal protoner:	Rangordning:
Kaliumatom	4	19	1 (störst radie)
Kaliumjon	3	19	4 (minst radie)
Kloratom	3	17	3
Kloridjon	3	17	2

Viktigt att komma ihåg att metaller "förlorar" ett skal när de joniseras medan icke-metaller behåller alla sina skal.

*Högst radie:* Utifrån tabellen ser vi tydligt att kaliumatomen har störst radie p.g.a. högst antal skal (antalet skal påverkar radien mycket mer än antalet protoner).

*Minst radie:* När det gäller övriga ämnen så har alla 3 skal. Här är det alltså den andra faktorn, antalet protoner, som avgör vilket ämne som har minst radie. Utifrån tabellen kan vi se att kaliumjonen har fler protoner än kloratomen och kloridjonen och därmed minst radie. Protonerna attraherar och drar in valenselektronerna mot atomkärnan och därmed minskar radien ju fler protoner ett ämne har.

*Två och tre:* När det gäller vilken partikel som är två resp. tre så blir det lite svårare. Kloratomen och kloridjonen har lika många skal och samma antal protoner. Kloridjonen har dock en valenselektron mer (har fyllt sin oktett) vilket ökar repelleringen mellan valenselektronerna något vilket får till följd att radien blir något större, jämfört med kloratomen (skillnaden är dock väldigt liten!).

5. Joniseringsenergi är den energi som krävs för att avlägsna en elektron från en atom.
- Hur ändras joniseringsenergin om man går nedåt i grupp 1 resp. åt höger i period 2? Motivera.
  - Är den första eller andra joniseringsenergin högst hos grundämnet kalium? Motivera.
  - Är den första joniseringsenergin högst hos natrium eller litium? Motivera.
  - Är den första joniseringsenergin högst hos natrium eller magnesium? Motivera.
  - Är den andra joniseringsenergin högst hos natrium eller magnesium? Motivera.
  - Är den tredje joniseringsenergin högst hos natrium eller magnesium? Motivera.

Svar:

- Nedåt i grupp 2:* Joniseringsenergin minskar eftersom elektronegativiteten minskar när vi går nedåt i grupp (och i andra grupper). Lägre elektronegativitet innebär att valenselektronerna sitter lösare och då krävs det inte lika mycket energi för att få en valenselektron att lossna. Elektronegativiteten minskar eftersom atomradien ökar. En minskad elektronegativitet p.g.a. ökad atomradie innebär att valenselektronerna inte känner av atomkärnan lika bra och lossnar därför lättare.

## FACIT: JONFÖRENINGAR OCH JONBINDNINGAR

Åt höger i period 2: Joniseringsenergin ökar p.g.a. att elektronegativiteten ökar när vi går åt höger i en period (och i andra perioder). Högre elektronegativitet innebär att valenselektronerna sitter hårdare och då krävs det mer energi för att få en valenselektron att lossna. Elektronegativiteten ökar eftersom nettoladdning blir högre. En högre elektronegativitet p.g.a. högre nettoladdning innebär att valenselektronerna attraheras mer av atomkärnan och därför inte lossnar lika lätt.

- b) Den andra joniseringsenergin är mycket högre än den första joniseringsenergin hos kalium. Efter att kaliumatomen har avgett sin första elektron (sin enda valenselektron) så har det bildats en positivt laddad kaliumjon ( $K^+$ ), med 2 skal och 8 elektroner i det yttersta skalet. Nettoladdningen/effektiva kärnladdningen hos kaliumjonen är mycket högre (+9) än nettoladdningen/effektiva kärnladdningen hos en vanlig kaliumatom (+1) vilket, tillsammans med de få skalerna, ger en mycket hög elektronegativitet. Den höga elektronegativiteten tillsammans med jonladdningen hos  $K^+$  innebär att det krävs väldigt mycket energi för att få en till elektron att lossna.
- c) Den första joniseringsenergin är högst hos litium. Litium har ett skal mindre än natrium vilket innebär att valenselektronen sitter närmare atomkärnan. Elektronegativiteten är p.g.a. detta alltså högre hos litium vilket innebär att det krävs mer energi för att valenselektronen ska lossna.
- d) Den första joniseringsenergin är högst hos magnesium. Magnesium har en högre elektronegativitet p.g.a. en högre nettoladdning/effektiv kärnladdning. Magnesiums nettoladdning är +2, medan natriums nettoladdning är +1. Detta innebär att det krävs mer energi för att en valenselektron ska lossna från magnesium.
- e) Den andra joniseringsenergin är högst hos natrium. Efter att natriumatomen har avgett den första elektronen (sin enda valenselektron) så har det bildats en positivt laddad natriumjon ( $Na^+$ ), med 2 skal och 8 elektroner i det yttersta skalet. Nettoladdningen/effektiva kärnladdningen hos natriumjonen är mycket hög (+9) vilket, tillsammans med de få skalerna, ger en mycket hög elektronegativitet. Därmed krävs det väldigt mycket energi för att få den andra elektronen att lossna.

Magnesiumatomen har 2 valenselektroner, så efter att magnesiumatomen har avgett en valenselektron så finns det fortfarande en valenselektron kvar i det yttersta skalet. Magnesiumatomen bildar, efter att ha avgett sin första elektron en positivt laddad magnesiumjon ( $Mg^+$ ), men har fortfarande kvar sina 3 skal vilket innebär att nettoladdningen/effektiva kärnladdningen hos magnesiumjonen fortfarande är enbart +2. Den låga nettoladdningen/effektiva kärnladdningen tillsammans med en större radie jämfört med natriumjonen (3 skal vs. 2 skal), ger en mycket lägre elektronegativitet jämfört med natriumjonen. Därmed krävs det mycket mindre energi för att få den andra elektronen att lossna.

- f) Den tredje joniseringsenergin är högst hos magnesium. Efter att magnesium tidigare har avgett två elektroner så har det nu bildats en positivt laddad magnesiumjon ( $Mg^{2+}$ ), med 2 skal och 8 elektroner i det yttersta skalet. Nettoladdningen/effektiva kärnladdningen hos magnesiumjonen är mycket hög (+10) vilket, tillsammans med de få skalerna, ger en

## FACIT: JONFÖRENINGAR OCH JONBINDNINGAR

mycket hög elektronegativitet. Därmed krävs det väldigt mycket energi för att få den tredje elektronen att lossna.

Efter att natriumatomen tidigare har avgett två elektroner så har det bildats en positivt laddad natriumjon ( $\text{Na}^{2+}$ ), med 2 skal och 8 elektroner i det yttersta skalet. Nettoladdningen/effektiva kärnladdningen hos natriumjonen är +9 vilket, tillsammans med de få skalerna, ger en mycket hög elektronegativitet. Men eftersom nettoladdningen/effektiva kärnladdningen (och därmed elektronegativiteten) är lite lägre jämfört med magnesiumjonen så kommer det krävas lite mindre energi för att få den tredje elektronen att lossna hos natrium. Den tredje joniseringsenergin är alltså lite högre hos magnesium.

6. Vilken av följande föreningar, NaCl, KCl och HCl kan man vänta har mest utpräglad jonbindning (tydligast jonbindning). Motivera.

Svar:

Det är mest utpräglad jonbindning i KCl eftersom det är störst skillnad i elektronegativitet mellan K och Cl. Vi får alltså en mer fullständig elektronöverföring mellan dessa.

7. Namnge följande salter:

a) NaF                      b) MgO                      c) KOH                      d)  $\text{MgCl}_2$                       e)  $\text{BaSO}_4$

Svar:

- a) Natriumfluorid
- b) Magnesiumoxid
- c) Kaliumhydroxid
- d) Magnesiumklorid
- e) Bariumsulfat

## FACIT: JONFÖRENINGAR OCH JONBINDNINGAR

8. Skriv den kemiska beteckningen (inkl. laddning) för de joner som ingår i följande salter:

- a) NaOH                      b) MgO                      c) KNO<sub>3</sub>                      d) MgCl<sub>2</sub>                      e) BaSO<sub>4</sub>

Svar:

- a) Na<sup>+</sup> och OH<sup>-</sup>  
 b) Mg<sup>2+</sup> och O<sup>2-</sup>  
 c) K<sup>+</sup> och NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
 d) Mg<sup>2+</sup> och Cl<sup>-</sup>  
 e) Ba<sup>2+</sup> och SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

9. Hur skriver man formeln (kemiska beteckningen) för följande jonföreningar:

- a) Natriumklorid                      b) Kalciumjodid                      c) Berylliumfluorid  
 d) Magnesiumklorid                      e) Kalciumoxid                      f) Aluminiumoxid

Svar:

- a) NaCl  
 b) CaI<sub>2</sub>  
 c) BeF<sub>2</sub>  
 d) MgCl<sub>2</sub>  
 e) CaO  
 f) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

10. Hur skriver man formeln (kemiska beteckningen) för följande jonföreningar:

- a) Natriumsulfid (sulfid = svavel)                      b) Natriumkarbonat                      c) Magnesiumnitrat  
 d) Magnesiumnitrid (nitrid = kväve)                      e) Ammoniumnitrid                      f) Aluminiumsulfat

Svar:

- a) Na<sub>2</sub>S  
 b) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>                      Karbonatjon = CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>  
 c) Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>                      Nitratjon = NO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
 d) Mg<sub>3</sub>N<sub>2</sub>  
 e) (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>N                      Ammoniumjon = NH<sub>4</sub><sup>+</sup>  
 f) Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>                      Sulfatjon = SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

## FACIT: JONFÖRENINGAR OCH JONBINDNINGAR

11. Varför är metaller mer formbara jämfört med jonföreningar?

Svar:

Metallkristaller kan utsättas för yttre påverkan (formas) utan att metallkristallen går sönder. I metallkristallen uppstår nämligen ingen repellering mellan de positiva "metalljonerna" (vi kan kalla metallatomerna lite förenklat för metalljoner eftersom deras valenselektroner är delokaliserade i metallen), när lagren av metalljoner förskjuts eftersom det finns en massa fria elektroner mellan metalljonerna som förhindrar att det uppstår. Elektronernas negativa laddning gör att "metalljonerna" inte känner av varandras positiva laddningar. Om jonerna i en saltkristall förskjuts p.g.a. yttre påverkan kommer däremot 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.

12. Vilka av följande ämnen leder elektrisk ström och varför då?

- a) Metan,  $\text{CH}_4$       b)  $\text{NaCl}$  (s)      c)  $\text{ZnCl}_2$  (aq)      d) Zn

Svar:

Enbart  $\text{ZnCl}_2$  (aq) och Zn leder ström.

Ström kan bara ledas om det i ämnet finns laddningar som kan röra på sig (laddade joner eller elektroner).  $\text{ZnCl}_2$  (aq) är en jonförening löst i vatten vilket innebär att det finns joner som kan röra på sig (= laddningar i rörelse). Zn är en metall och alla metaller har fria elektroner som kan röra på sig (= laddningar i rörelse).  $\text{CH}_4$  är en molekylförening som varken innehåller laddade joner eller fria elektroner.  $\text{NaCl}$  (s) är en jonförening, men eftersom det är en jonförening i fast form (saltkristall) så kan inte jonerna röra på sig. Därför kan  $\text{NaCl}$  (s) inte leda ström.

13. Ange flera olika sätt som man kan framställa jonföreningar (salter) på.

Svar:

1. Låta en metall reagera med en ickemetall.
2. Låta en metall reagera med en syra.
3. Låta en syra reagera med en bas.
4. Utföra utfällningsreaktioner.

## FACIT: JONFÖRENINGAR OCH JONBINDNINGAR

14. Ge en förklaring till varför vissa jonföreningar är svårlösliga i vatten.

Svar:

*Översiktlig förklaring:*

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 också vara så att vattenmolekylerna "väljer" att inte bryta lös jonerna eftersom de inte attraheras tillräckligt mycket av de olika jonerna och p.g.a. att de vätebindningar som finns mellan vattenmolekylerna, i vissa fall, är betydligt starkare än de jon-dipolbindningar de kommer kunna skapa med jonerna.

*Fördjupad förklaring:*

Jonbindningarnas styrka påverkar lösligheten: Om jonbindningarna i saltet är för starka kommer vattenmolekylerna ha svårt att tränga in och bryta dessa. Mer laddade joner skapar starkare jonbindning mellan varandra. Om den positiva jonen t.ex. har laddningen  $2+$  och den negativa jonen har  $2-$  så blir jonbindningen starkare mellan jonerna jämfört med om laddningen enbart är  $1+$  och  $1-$ . Om radien på jonerna är liten innebär det också starkare jonbindning eftersom de positiva resp. negativa laddningarna befinner sig närmare varandra vilket ökar attraktionen mellan laddningarna.

Attraktionen mellan vattenmolekylerna och de olika jonerna påverkar lösligheten: Vattenmolekyler binder till varandra med starka vätebindningar. Om vattenmolekylerna ska "ge upp" dessa starka bindningar så krävs det att de attraheras tillräckligt mycket av jonerna i saltet så att det kan bildas starka jon-dipolbindningar. Men om t.ex. elektronegativitets-skillnaden mellan jonerna är låg så blir jonbindningen nästan mer lik en polär kovalent bindning än en jonbindning (trots att det är joner det handlar om). Eftersom bindningen inte är en tydlig jonbindning (där elektroner har förts över fullständigt) så kommer inte heller jonerna få tydliga laddningar som kan attrahera vattenmolekyler.

**Identifiera okända jonföreningar:**

15. Många salter är giftiga för oss. T.ex. orsakar saltet kaliumklorid (KCl) hjärtstopp i för stora mängder. Kaliumklorid ser dessutom ut som vanligt salt (NaCl) och smakar ungefär som vanligt salt. Förklara hur vi kan gå tillväga för att lista ut att ett okänt ämne är saltet kaliumklorid.

Svar:

1. Vi gör först ett lågtest:

Vi för in saltet i en gaslåga. Värmen får valenselektroner att exciteras vilket innebär att de "hoppas ut" till en energinivå (skal) som ligger längre ut. Atomkärnan drar dock snabbt



## FACIT: JONFÖRENINGAR OCH JONBINDNINGAR

tillbaka valenselektronerna och när detta sker så sänds överskottsenergin ut som värme plus synligt ljus med en specifik färg. Varje metalljon avger ljus med en specifik färg eftersom elektronerna "hoppar" olika långt. Avståndet mellan olika skal är nämligen specifikt för varje metall. Vi kan alltså identifiera olika metalljoner med hjälp av den färg dessa avger vid lågtestet.

Eftersom den okända metalljonen är kalium i detta fall så kommer en lila färg sändas ut (se tabellen längst upp).

2. Vi gör sedan olika fällningstester och ett syratetest:

- Silvernitrattestet: Silvernitratt reagerar med negativt laddade kloridjoner (vit fällning) och jodidjoner (gul fällning). I det här fallet bildas en vit fällning eftersom de negativa jonerna är kloridjoner.
- Bariumkloridtestet: Reagerar med negativt laddade sulfatjoner eller karbonatjoner (vit fällning). I det här fallet bildas ingen fällning eftersom de negativa jonerna är kloridjoner.
- Natriumhydroxidtestet: Reagerar med positivt laddade kopparjoner (blå fällning) eller järnjoner (brun eller svart fällning). I det här fallet får vi ingen blå, brun eller svart fällning eftersom de positiva jonerna är kopparjoner.
- Syratetestet: En syra tillsätts (t.ex. saltsyra) och den reagerar då med karbonatjoner om sådana ingår i saltet. Syran gör så att en syreatom lossnar från karbonatjonen och då bildas gasen koldioxid. Koldioxiden syns som bubblor i lösningen. I det här fallet bildas inga bubblor eftersom de negativa jonerna är kloridjoner.

16. Du ska identifiera ett okänt ämne med hjälp av några enkla metoder. Du börjar med ett konduktivitetstest och slår fast att ämnet är en jonförening. Du gör sedan ett lågtest och ser då att det bildas en tydlig gul färg. Efter det utför du olika fällningstester. Det bildas ingen gul eller vit fällning vid tillsats av silvernitratt. Däremot bildas en vit fällning vid tillsats av bariumklorid. Du utför sedan syratetestet och ser att det börjar bubbla i lösningen. Vilket är det okända ämnet?

Svar:

Jonföreningen är natriumkarbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

Gul färg = Natriumjoner.

Ingen fällning vid tillsats av silvernitratt = Ej kloridjoner eller jodidjoner.

Vit fällning vid tillsats av bariumklorid = Sulfatjoner eller karbonatjoner.

Bubblor vid syratetestet = Karbonatjoner.