

KEMISKA BINDNINGAR: METALLER OCH METALLBINDNINGAR

NIKLAS DAHRÉN



Metallerna i det periodiska systemet

- ✓ Grundämnena indelas i metaller, halvmetaller och icke metaller.
- ✓ Metaller är den största gruppen av grundämnen; omkring 80 procent av alla grundämnen är metaller.
- ✓ I det periodiska systemet hittar vi metallerna nästan överallt förutom längst till höger.

KEMILEKTIONER

PERIODISKA SYSTEMET

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,008																	2 He 4,003
2	3 Li 6,941	4 Be 9,012																
3	11 Na 22,99	12 Mg 24,31																
4	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Al 26,98	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc (98)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 124,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 Lantan- nider	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po 210,0	85 At 210,0	86 Rn 222,0
7	87 Fr 223,0	88 Ra 226,0	89-103 Akti- nider	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (269)	107 Bh (270)	108 Hs (277)	109 Mt (278)	110 Ds (281)	111 Rg (282)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (289)	115 Mc (290)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 Og (294)
	57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0			
	89 Ac 227,0	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)			

Niklas Dahrén
kemilektioner.se

Metallerna i det periodiska systemet

- ✓ **Alkalimetaller:** Metallerna i grupp 1 kallas för alkalimetaller. OBS: Under normala förhållanden är väte ingen metall trots att väte tillhör grupp 1.
- ✓ **Alkaliska jordartsmetaller:** Metallerna i grupp 2 kallas för alkaliska jordartsmetaller.
- ✓ **Övergångsmetaller:** I mitten av det periodiska systemet finns övergångsmetallerna (i grupp 3-12, enligt en strängare definition enbart i grupp 3-11). De två raderna under systemet (lantanider och aktinider) kallas för "inre övergångsmetaller".
- ✓ **Halvmetaller:** Halvmetallerna hittar vi till höger i det periodiska systemet, mellan metallerna och ickemetallerna. Deras metalliska egenskaper varierar mycket beroende på tryck, temperatur och renhet. De är t.ex. ofta betydligt sämre på att leda elektricitet och värme jämfört med vanliga metaller.

KEMILEKTIONER

PERIODISKA SYSTEMET

Atomnummer

Elektronkonfiguration

Atommassa

• Metaller
• Halvmetaller
• Ickemetaller
• Metaller, syntetiska

• Gas (20°C)
• Flytande (20°C)
• Fast (20°C)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008																	2 He 4,003
3 Li 6,941	4 Be 9,012																
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,97	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc (98)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 Lantanider	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 208,9	84 Po 210,0	85 At 210,0	86 Rn 222,0
87 Fr 223,0	88 Ra 226,0	89-103 Aktinider	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (269)	107 Bh (270)	108 Hs (271)	109 Mt (272)	110 Ds (273)	111 Rg (274)	112 Cn (275)	113 Nh (276)	114 Fl (277)	115 Mc (278)	116 Lv (279)	117 Ts (280)	118 Og (281)
57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0			
89 Ac 227,0	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)			

Niklas Dahérn
kemilektioner.se

Oädla och ädla metaller

- ✓ **Oädla metaller:** De oädla metallerna är en grupp av metaller som påverkas mycket av den omgivande miljön. De kan t.ex. genomgå oxidation och korrosion i fuktig luft. Oädla metaller reagerar också lätt med syror. Oädla metaller oxideras t.ex. i utspädd saltsyra, eftersom de avger elektroner till saltsyrans vätejoner. Det bildas då vätgas och fria metalljoner som lämnar metallbiten. Metallbiten löses alltså upp av syran. *Exempel på oädla metaller;* järn, zink, natrium och magnesium.



- ✓ **Ädla metaller (ädelmetaller):** Ädelmetallerna är en grupp av metaller som inte påverkas så mycket av den omgivande miljön. De motstår t.ex. oxidation och korrosion i fuktig luft. Ädelmetallerna reagerar inte heller så lätt med syror. Ädla metaller oxideras t.ex. inte alls i utspädd saltsyra, eftersom de inte avger elektroner till saltsyrans vätejoner. *Exempel på ädla metaller;* silver, guld och platina.

Bilden visar av en allmän korrosionsprocess. Korrosionen sker i detta fall mellan järn (Fe), syre (O_2) och vatten (H_2O). Den oädla metallen järn reagerar med syre och vatten och avger elektroner. Järnjoner bildas, vilket får metallen att lösas upp. Slutresultatet blir flera olika föreningar, t.ex. järn(III)oxidhydroxid ($FeO(OH)$), som tillsammans ofta kallas för "rost".

Lättmetaller och tungmetaller

- ✓ **Lättmetaller:** Med lättmetaller avses metaller med låg densitet, oftast lägre än $4\,500\text{ kg/m}^3$. Gränsen mot tungmetallerna är dock inte helt entydig. *Exempel på viktiga lättmetaller inom industrin; aluminium, magnesium och titan.*
- ✓ **Tungmetaller:** Benämningen tungmetall används både för metaller med högre densitet än $4\,500\text{ kg/m}^3$ och för legeringar baserade på järn, koppar, nickel och volfram. Tungmetall är dock en föråldrad term som inte rekommenderas av den internationella kemiunionen IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). Ofta används termen tungmetaller i betydelsen tunga och särskilt miljöfarliga metaller. Men det är missvisande eftersom det inte finns något samband mellan metallers densitet och deras miljöpåverkan.

Legeringar

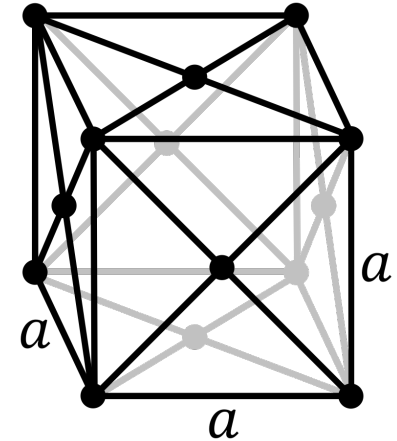
- ✓ **Definitionen av en legering:** Ett material med metalliska egenskaper bestående av två eller flera grundämnen (*legeringskomponenter*), varav minst ett är en metall.
- ✓ **Baskomponent + legeringselement:** En legering består oftast av en *baskomponent* (t.ex. aluminium, bly, järn, koppar eller tenn) till vilken tillsätts ett eller flera *legeringselement/legeringsämnen* (som kan vara såväl metaller som ickemetaller).
- ✓ **Viktiga legeringar:** Viktiga legeringar är bl.a. *brons* (av koppar och tenn), *mässing* (koppar och zink) och *stål* (järn och kol, krom eller nickel).
- ✓ **Varför legeringar?:** Rena metaller är oftast för mjuka och inte tillräckligt starka för att kunna användas praktiskt i t.ex. olika typer av konstruktioner. I en legering kan däremot både hårdheten och styrkan öka. Vissa legeringar tål också rostangrepp bättre, jämfört med den enskilda metallen.



Stål är en legering som alltid innehåller järn och kol. Krom ingår också i rostfritt stål eftersom det minskar risken för rostangrepp (korrosion).

Metaller har kristallstruktur

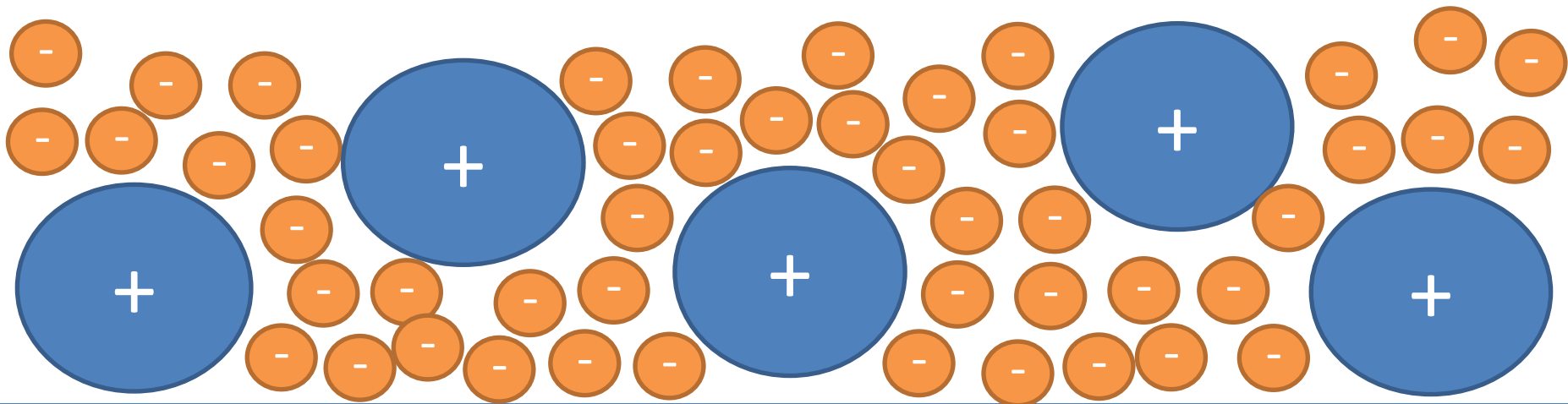
- ✓ **Kristallstruktur:** I en kristall bildar atomer, molekyler eller joner en regelbunden struktur som upprepar sig i alla tre dimensioner. Ämnen med kristallstruktur behöver dock inte ha en sammanhängande struktur genom hela materialet. Det är ofta vanligt att den regelbundna *kristallina strukturen* är samlad i många små områden som kallas korn. Varje korn är då en kristall som har en ordnad struktur.
- ✓ **Exempel på ämnen med kristallstruktur:** Rena metaller är så gott som alltid ordnade i kristallmönster. Andra exempel är olika jonföreningar/salter, diamanter, snöflingor, is etc.
- ✓ **Motsatsen är amorf struktur:** Motsatsen till kristallstruktur är amorf struktur, denna struktur är helt utan ordning.
- ✓ **Exempel på ämnen med amorf struktur:** Träkol, glas och olika polymerer. Legeringar av två metaller med atomer som skiljer sig i storlek kan också framställas i amorf tillstånd. Vid mycket snabb kylning hinner de inte ordna in sig i ett regelbundet mönster.



Bildkälla: Av Original PNGs by Daniel Mayer and DrBob, traced in Inkscape by User:Stannered - Cubic, face-centered.png: Lattice face centered cubic.svg; CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1735631>

Metallbindningar

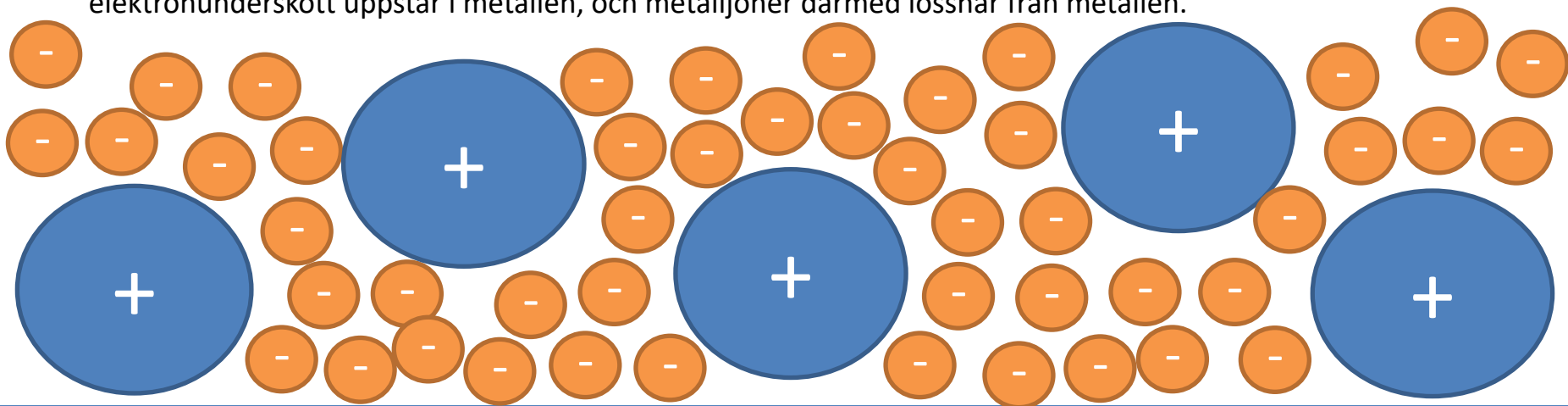
1. **Delokaliserade valenselektroner skapar ett gemensamt elektronmoln (eller elektronhav):** I en bit metall ligger metallatomerna så pass nära varandra att deras valenselektroner rör sig i underskal/orbitaler ("elektronmoln") som överlappar varandra. Metaller har också låg elektronegativitet. Tillsammans 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.



Metallbindningens styrka

✓ Metallbindningens 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 metallbindning 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 metallbindning 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

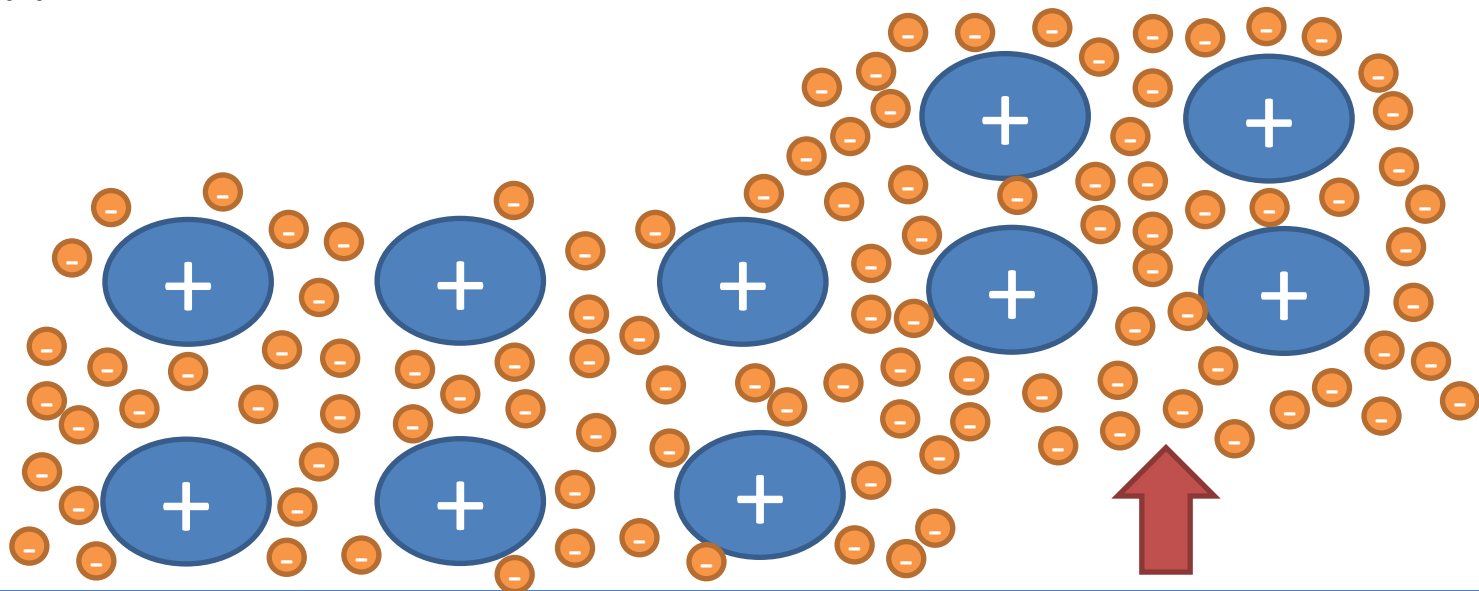
Exempel: Magnesium har högre smältpunkt än natrium, eftersom varje magnesiumatom avger dubbelt så många elektroner till det gemensamma elektronmolnet, jämfört med natrium. Magnesium har även en högre nettoladdning och en något mindre radie. Allt detta skapar en större attraktionskraft mellan de positiva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

Metallernas egenskaper

- ✓ Metaller har höga smält- och kokpunkter (p.g.a. att metallbindningen är så stark).
- ✓ Hållfasta och formbara (p.g.a. de rörliga elektronerna).
- ✓ Leder ström bra (p.g.a. de rörliga elektroner).
- ✓ Leder värme bra (p.g.a. att metallatomerna sitter så tätt ihop).
- ✓ Metallglans (ljuset reflekteras på ett specifikt sätt p.g.a. de rörliga elektronerna).

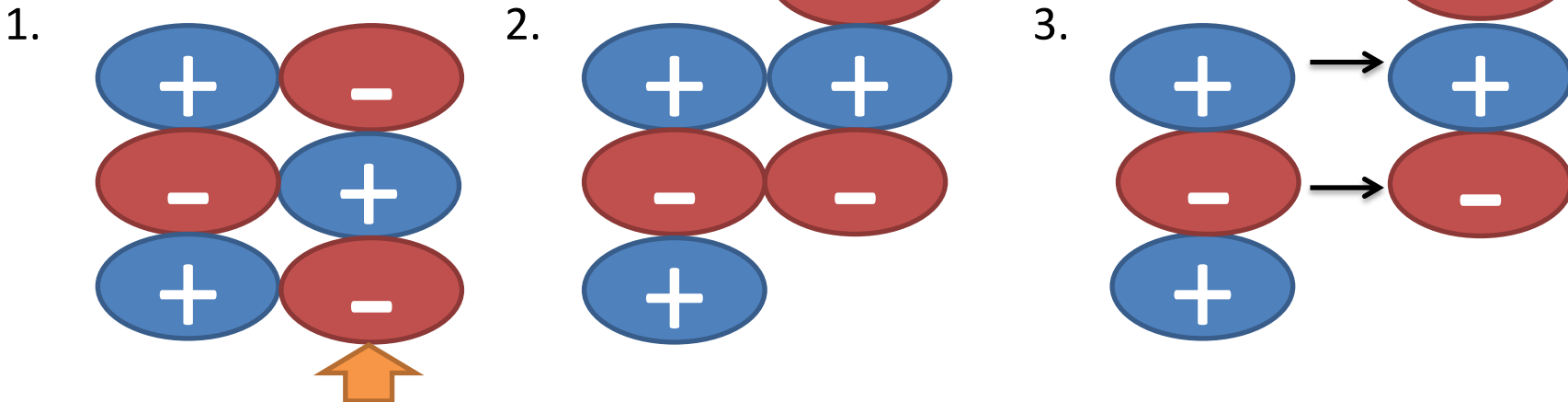
Metaller är hållfasta och formbara

- ✓ **Metallkristaller kan utsättas för yttre påverkan** utan att metallkristallen går sönder. I metallkristallen uppstår nämligen ingen repellering mellan de positivt laddade partiklarna, "metalljonerna", när lagren förskjuts eftersom det finns en massa fria elektroner som "följer med" i rörelsen och som förhindrar att det uppstår. Elektronernas negativa laddning gör att de positiva laddningarna inte känner av varandra. Metaller är därför både hållfasta och formbara.



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.



Metaller är bra på att leda värme och ström

- ✓ **Metaller är bra på att leda värme:** Om du håller en avlång metallbit i den ena änden och stoppar in den andra änden i en brasa så kommer du snart känna att det blir varmt i din hand. Anledningen är att metaller är bra på att leda värme, vilket innebär att värmen sprids snabbt i metallen.
- ✓ **Varför är metaller bra på att leda värme?:** I en metallbit sitter atomerna väldigt tätt. Varma atomer är atomer som vibrerar mycket. Dessa vibrationer kan föras över till grannatomen om de sitter nära varandra. Om några atomer blir varma i ena änden av en metallbit så kommer värmen snabbt spridas i form av vibrationer, mellan atomerna, till den andra änden.
- ✓ **Varför är metaller bra på att leda ström?:** Anledningen till varför metaller är bra på att leda ström är att det finns delokaliserade elektroner i metallen som kan röra på sig. Om en elektron skickas in i ena änden av en metallbit (till exempel in i en kopparledning) så blir det ett överskott på elektroner där. Elektronerna i det gemensamma elektronmolnet kommer då förskjutas mot den andra änden så att en elektron på andra sidan knuffas ut. En elektrisk ström har då passerat genom metallen (ström = elektroner i rörelse!).



- ✓ **Luft är inte bra på att leda värme och ström:** I luft är det långt mellan atomerna/molekylerna och därför sprids värme mycket sämre i luft. I luften finns det inte heller rörliga delokaliserade elektroner på samma sätt som i en metall. Luft är därför en bra s.k. isolator eftersom den varken sprider värme eller leder elektrisk ström särskilt bra.

A chemistry student with brown hair in a ponytail, wearing a white lab coat, is seen from behind working in a fume hood. The hood contains various glassware, including large Erlenmeyer flasks, beakers, and a red tray with several small bottles containing red liquid. The background shows a laboratory setting with shelves and other equipment.

Se gärna fler filmer på:
kemilektioner.se
youtube.com/kemilektioner