

Galvaniska element – del 1: Introduktion till galvaniska element

Niklas Dahrén



Innehållet i de olika delarna:

Galvaniska element - del 1:

Introduktion till galvaniska element

Galvaniska element - del 2:

EMK och normalpotentialer

Galvaniska element - del 3:

Varför behövs elektrolytlösningar och ett membran eller saltbrygga?

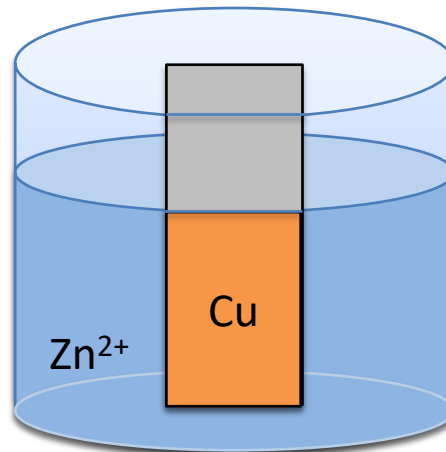
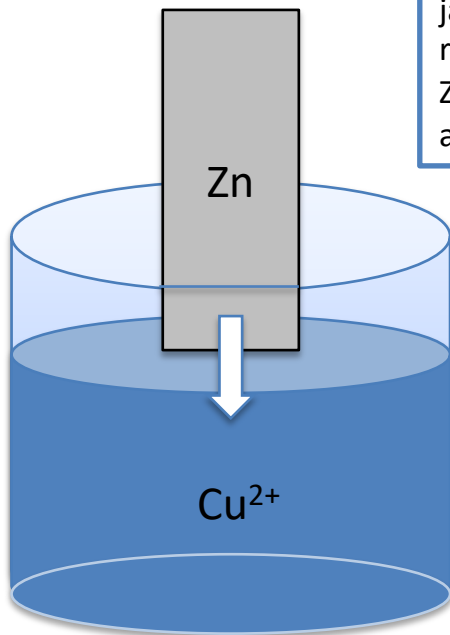
Galvaniska element eller galvaniska celler

- ✓ **Galvaniska element/celler:** Olika anordningar som skapar elektrisk energi utifrån kemiska reaktioner (redoxreaktioner) kallas för galvaniska element eller galvaniska celler. Olika typer av batterier är exempel på galvaniska element/celler.
- ✓ **En redoxreaktion sker:** I galvaniska element/celler sker en redoxreaktion genom att elektroner avges (oxidation) av en metall och tas emot (reduktion) av metalljoner från en annan metall.
- ✓ **Redoxreaktionen skapar elektricitet:** När elektronerna vandrar från den ena metallen till den andra uppstår elektricitet som kan användas för att driva t.ex. en lampa.

Om en zinkstav placeras i en kopparlösning
så kommer elektroner överföras från Zn till Cu^{2+}



Enligt den elektrokemiska spänningsserien ligger zink längre till vänster jämfört med koppar och därför är zink ett bättre reduktionsmedel. Zink reducerar därför kopparjonerna till kopparatomer (elektroner avges från Zn och tas upp av Cu^{2+}). Kopparjoner är positivt laddade och kan därför attrahera negativt laddade elektroner.



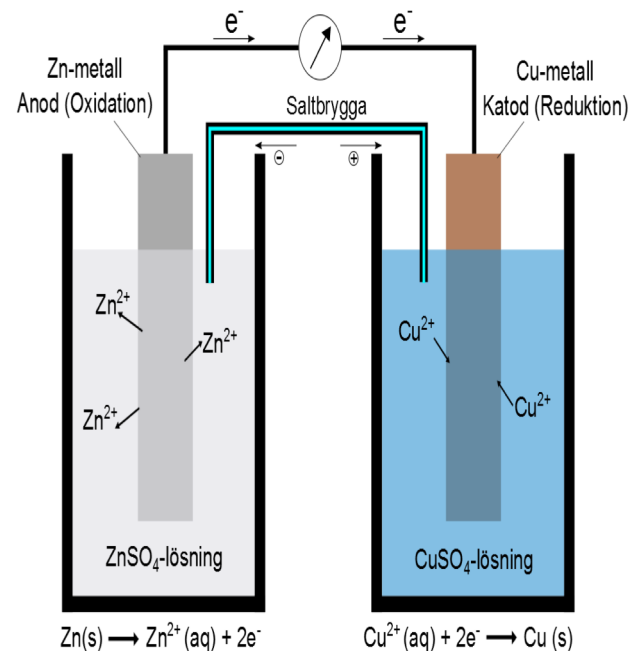
I ett galvaniskt element kan vi utnyttja elektronvandringen för att utföra ett arbete



- ✓ **Elektronerna som avges från zinkatomerna** kan utföra ett arbete om vi separerar zinken från kopparjonerna och "tvingar" elektronerna att vandra från zinkatomerna till kopparjonerna via en ledning. När elektronerna vandrar i ledningen kan de t.ex. driva en lampa, radio eller mobil. En sådan anordning kallas för ett galvaniskt element.

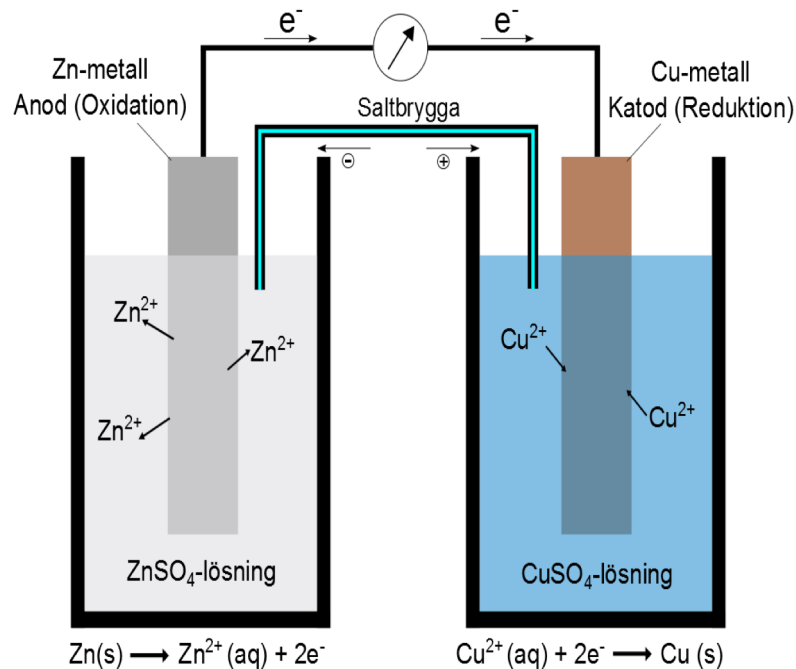
Uppbyggnaden av ett galvaniskt element

- ✓ **Två metallektroder:** Ett galvaniskt element/cell består av två metallektroder. Den ena fungerar som anod och den andra som katod.
- ✓ **Anod:** Anoden utgörs av den metall som lättast oxideras (avger elektroner) och bildar joner. Anoden har ett elektronöverskott jämfört med katoden. Anoden är därför minuspolen. Här avges elektroner (oxidation) till en elektrisk ledare.
- ✓ **Katod:** Katoden utgörs av den metall som har svårast att oxideras och bilda joner. Katoden har ett elektronunderskott jämfört med katoden. Katoden är pluspolen. Vid katoden upptas (reduktion) de elektroner som kommer från anoden.
- ✓ **En elektrisk ledare:** En elektrisk ledare (t.ex. en koppartråd) förbinder anoden med katoden vilket möjliggör för elektroner att vandra mellan dessa.
- ✓ **Elektrolytlösningar:** De båda metallektroderorna är doppade i en varsin elektrolytlösning (saltlösning) som består av joner lösta i vatten. Elektrolytlösningarna är en förutsättning för att elektronerna ska kunna vandra mellan de båda elektroderorna.
- ✓ **Poröst membran/saltbrygga:** Mellan elektrolytlösningarna finns ett poröst membran eller en s.k. saltbrygga som tillåter jonvandring mellan lösningarna.

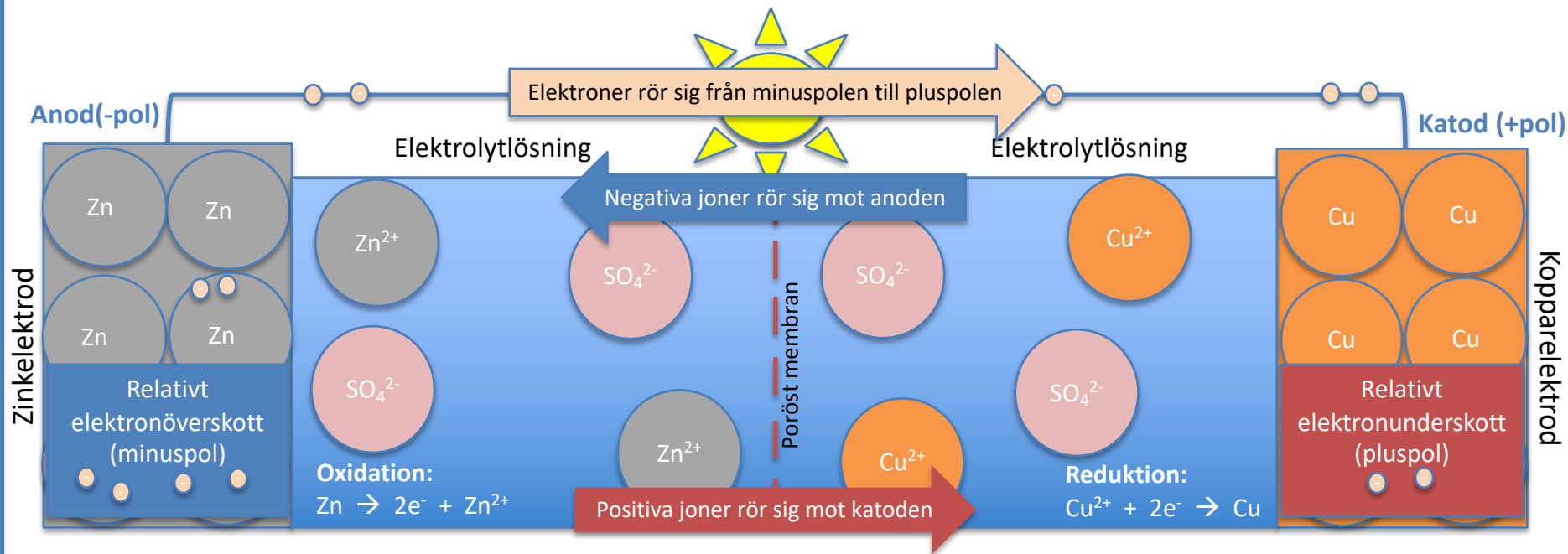


Översiktlig förklaring över hur ett galvaniskt element fungerar

- 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.



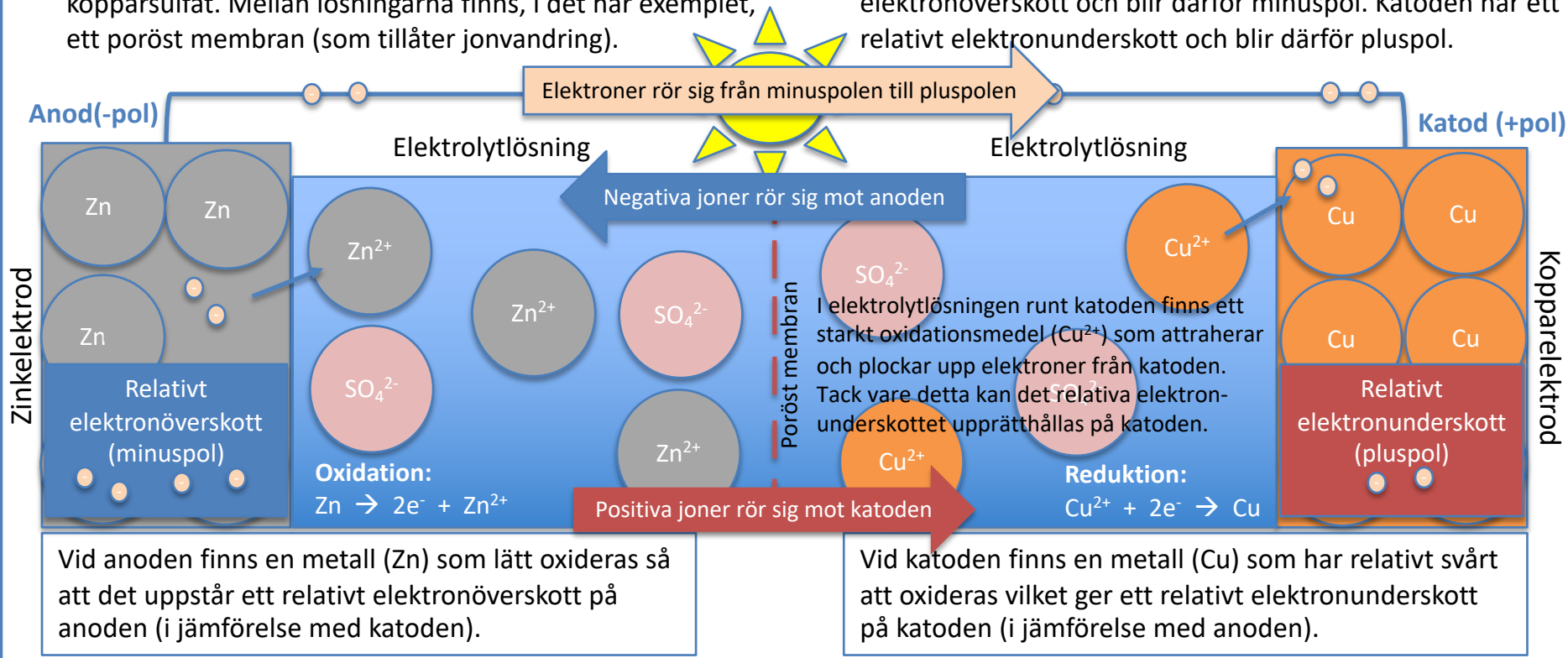
Galvaniskt element med zink och koppar



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.



Förklaring hur zink-kopparelementet fungerar

- ✓ **Zink oxideras och bildar joner lättare än koppar:** Zink ligger längre till vänster i spänningsserien i jämförelse med koppar. Zink oxideras därför lättast av de två metallerna och omvandlas lättast till joner. Zinkjonerna åker ut i vattenlösningen och där binder de starkt till vattenmolekyler med jon-dipolbindningar. Zinkjonerna är därför inte så bra på att ta tillbaka elektronerna och bilda zinkatomer igen (i alla fall inte lika bra som kopparjonerna). Även kopparatomerna oxideras och omvandlas till joner till viss del men detta sker inte lika lätt och kopparjonerna är också bättre på att plocka tillbaka elektronerna och bilda kopparatomer igen (bättre oxidationsmedel).
- ✓ **Zinkelektroden får ett större överskott av fria elektroner:** Zink oxideras och bildar joner lättare än koppar och därför blir det ett större överskott av fria elektroner på zinkelektroden, jämfört med kopparelektroden. Vi säger att zinkelektroden har ett relativt elektronöverskott, medan kopparelektroden har ett relativt elektronunderskott (i jämförelse med varandra, för egentligen har även kopparelektroden ett litet elektronöverskott). Zinkelektroden blir därför minuspol (anoden) medan kopparelektroden blir pluspol (katoden).
- ✓ **Laddningsskillnaden/den elektriska spänningen mellan elektroderna driver elektrontransporten:** Zinkelektroden är i jämförelse med kopparelektroden mer negativt laddad. Denna laddningsskillnad mellan elektroderna kallas för "potentialskillnad" eller "elektrisk spänning". Det är denna skillnad mellan elektroderna som är drivkraften för det galvaniska elementet. Denna skillnad gör att elektroner flödar från zinkelektroden till kopparelektroden. ***Man kan säga att elektronerna "knuffas" ut från anoden samtidigt som de "dras" till anoden.***
- ✓ **OBS:** Det är dock viktigt att förstå att det är kopparjonerna i elektrolytlösningen som slutligen plockar upp elektronerna. Kopparjoner är ett starkt oxidationsmedel och ser till att det relativa elektronunderskottet på katoden upprätthålls genom att hela tiden attrahera och plocka upp elektroner från katoden. Inga kopparjoner= ingen elektronvandring.

Håll reda på anod resp. katod!

Anoden:

- Oxidation sker här (elektroner avges av metallatomerna i anoden till den elektriska ledaren)
- Minuspol

Katoden:

- Reduktion sker här (positiva metalljoner tar upp de elektroner som anländer till katoden från anoden)
- Pluspol

Minnesregler:

- oxid **A** tion = **A**vgivande av elektroner
- red **U** ktion= **U**pptagande av elektroner
- Oxidation och anod börjar båda på vokal.
- Reduktion och katod börjar båda på konsonant.
- **O**xen **A**nton är **R**edd för **K**atter
(**O**xidation på **A**noden – **R**eduktion på **K**atoden)
- **A**nod – **A**vger
- **K**atod – **C**atch (fångar)
- **A**noden är minuspol – **A**nsjovisar blir man negativ av
- **K**atoden är pluspol – **K**atter blir man positiv av

Reaktionerna som sker i zink-koppar-elementet:

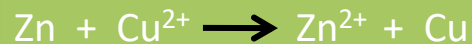
Anodreaktion (oxidation):



Katodreaktion (reduktion):



Totalreaktion (redoxreaktion):



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 (metallelektroden) och den flytande fasen (elektrolytlösningen). Normalt tecknas cellschemat med katoden/pluspolen till höger (men inte alltid).

Uppgift 1:

Vilka av nedanstående påståenden är sanna angående ett galvaniskt element/cell med nedanstående cellschema.

- a) Vid zinkelektroden sker en oxidation
- b) Kopparmetallens massa minskar då elementet ger ström
- c) Cu^{2+} bildas då elementet ger ström



Elektrokemiska spänningsserien

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

Lösning:

- a) Sant
- b) Falskt
- c) Falskt

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.

- a) Vilken elektrod fungerar som anod?
- b) Skriv den kemiska reaktion som sker vid katoden
- c) Skriv totalreaktionen för det galvaniska elementet
- d) 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:



Sammanfattning

- ✓ **Galvaniskt element/celler:** Olika anordningar som skapar elektrisk energi utifrån kemiska reaktioner (redoxreaktioner) kallas för galvaniska element eller galvaniska celler.
- ✓ **Metallelektroder:** 2 metallektroder ingår vanligtvis i ett galvaniskt element. Elektroderna är ofta metallstavar (avlånga metallbitar). Den ena elektroden fungerar som en anod och den andra som en katod.
- ✓ **Anod:** Anoden utgörs av den metall som lättast oxideras (avger elektroner) och bildar joner. Anoden är minuspolen. Här avges elektroner (oxidation) till en elektrisk ledare.
- ✓ **Katod:** Katoden utgörs av den metall som har svårast att oxideras och bilda joner. Katoden är pluspolen. Vid katoden upptas de elektroner (reduktion) som kommer från anoden.
- ✓ **En elektrisk ledare:** En elektrisk ledare (t.ex. en koppartråd) förbinder anoden med katoden vilket möjliggör för elektroner att vandra mellan dessa och att utföra ett arbete, t.ex. driva en lampa.
- ✓ **Elektrolytlösningar:** Varje metallektrod är doppad i en elektrolytlösning som består av joner lösta i vatten. Elektrolytlösningarna är en förutsättning för att elektronerna ska kunna vandra mellan de båda elektroderna.
- ✓ **Ett poröst membran/platta eller saltbrygga:** Möjliggör för negativa joner (anjoner) och positiva joner (katjoner) att vandra mellan de båda elektrolytlösningarna och till de olika elektroderna.
- ✓ **Cellschema:** Ett cellschema beskriver på ett överskådligt sätt ett galvaniskt element och de reaktioner som sker i detta.

Se gärna fler filmer av Niklas Dahrén:

<http://www.youtube.com/Kemilektioner>

<http://www.youtube.com/Medicinlektioner>

