

Bränslen och energi.

Det här avsnittet handlar om energi, ett begrepp vi har berört många gånger i samband med ämnens aggregationsstillstånd, salters upplösning i vatten mm.

Vi har diskuterat t ex vattenmolekyler som behöver ta upp energi för att kunna frigöra sig från varandra som när vatten kokar. I gengäld avlämnar vattenmolekylerna lika mycket energi när de binds till varandra och kondenserar, som i en kondensumlare. Vi har också diskuterat hur vattenmolekyler attraheras till joner när salter löst sig.

Den energi det har rört sig om vid dessa tillfällen har varit måttlig, och det har inte handlat om det som man normalt kallar kemiska reaktioner, dvs det har inte uppkommit nya kemiska ämnen.

Men redan under Modul 1 nämnde vi kroppens förbränning och det är också denna moduls tema – bränslen: Vad händer när ett bränsle brinner? Var kommer energin i bränslen ifrån? Hur kan man utnyttja energin?

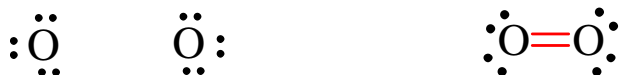
Varför brinner bränslen i luft?

Alla som har passerat skolan har sett en knallgasexplosion, den kemiska reaktionen mellan väte och syre. Alla har grillat med grillkol. Alla har sett järn rosta, eller sett sin nyputsade kopparljusstake eller silversked långsamt mörkna.

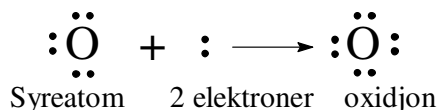
I första fallet brinner vätegas i syre till vatten, i andra fallet brinner kolet i luftens syre till koldioxid. I tredje fallet bildas långsamt järnoxid, kopparoxid resp silveroxid. Men vad händer egentligen med atomerna i de kemiska reaktionerna?

I alla de fall vi beskrivit deltar syremolekyler. Syre reagerar gärna med andra ämnen, men varför? Nu kommer vi tillbaka till atomer och joner och hur joner kan bildas.

Syreatomer har 6 elektroner i sitt yttersta elektronskal men vill ha 8. Det kan atomerna åstadkomma genom att två och två bilda molekyler O₂ där de delar 2 elektronpar med varandra - de röda paren i molekylerna till höger



Men ännu hellre vill syreatomen ta 2 elektroner vardera från andra atomer så att syre blir en negativt laddad jon, oxidjonen O²⁻. Oxidjonen får då 8 elektroner ytterst.



När stålull brinner eller järn rostar kan du tänka dig att syremolekylen delar på sig i två atomer och att syreatomerna sedan istället tar de elektroner de behöver från järnatomer. Syreatomerna blir negativa oxidjoner. Järnatomerna blir av med elektroner och blir positiva joner. De positiva järnjonerna och de negativa oxidjonerna **binds** tillsammans och bildar den nya kemiska föreningen järnoxid. (Att det är en kemisk förening kan man märka på att det som uppkommit har helt nya egenskaper jämfört med järnmetall och syrgas.)

Binda är ett nyckelord här - när partiklar binds till varandra frigörs det alltid energi, dvs det blir varmt! Värmen märks förstås mera när stålullen brinner än när järn rostar eftersom det förra sker så mycket fortare.

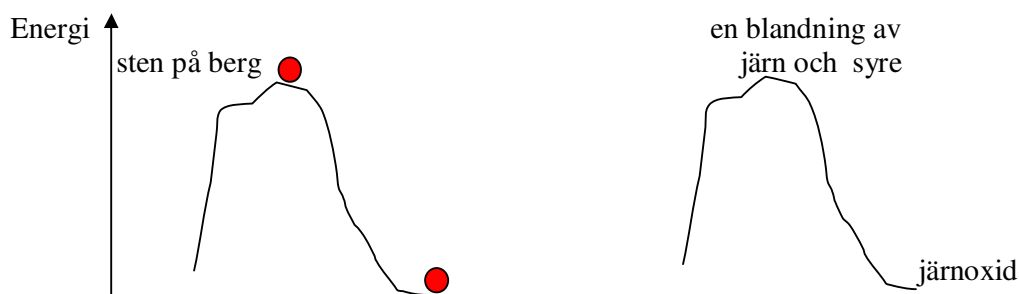
Kemiskafferiet modul 6...kemiteori

Samma sak händer med silverskeden och kopparstaken, beläggningen utanpå är silveroxid resp kopparoxid. Elektroner har flyttat sig från metallen till syre. Man säger att metallen har *oxiderats*. Det är ett mycket gammalt begrepp som ursprungligen betydde just angripen av syre.

Att rulla nerför en energikulle

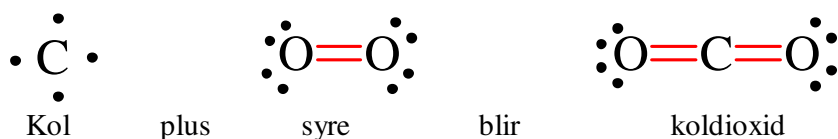
Att järn rostar är naturligt i den atmosfär vi lever i – vi har ju gott om syre och tydligen är det förmånligare (ur energisynpunkt) för järn och syre att vara den kemiska föreningen järnoxid än att vara metall och syrgas - det frigörs energi när oxiden bildas. Oxiden själv har lägre energi än en blandning av järn och syre.

Att något "ramlar" från hög energi till låg är naturligt – en sten rullar inte uppför ett berg av sig själv, järnoxid kan inte heller av sig själv bilda järnmetall och syrgas.

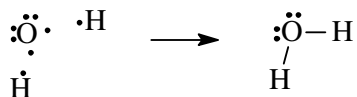
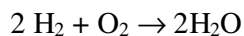


En blandning av järn och syre har högre energi än produkten, järnoxid. När järnoxid bildas avges överskottet till omgivningen.

När kol brinner i luft sker motsvarande reaktion – syre tar hand om kols elektroner. Kol har 4 elektroner i sitt yttersta elektronskal och syre behöver bara 2 för att bli oxidjon, så en kolutoms elektroner räcker till 2 syreatomer. Den nya kemiska föreningen blir koldioxid, CO₂.



Där väte möter syre (och man tänker på) tar en syreatom hand om elektroner från 2 väteatomer och man får *diväteoxid*, vatten, H₂O.



Både koldioxid och vatten bildar molekyler därför att varken kol eller väte är villiga att ge upp sina elektroner till syreatomerna *helt* – de delar elektronpar mellan sig, men syret får den större delen. Du kommer väl ihåg att vatten är en dipol just för att syret tar hand om den mesta delen av det elektronpar man ritat mellan atomerna.

(Att elektroner kan delas är lättare att tänka sig om man betraktar elektronerna som moln! Se Modul 2.)

Vad är egentligen ett bränsle?

Kol, råolja, naturgas, bensin, fotogen, alkohol, torv, ved och liknade kallar vi för bränslen för att de finns tillgängliga, de brinner i syre till koldioxid och vatten och ger mycket energi när de brinner. En del av dessa bränslen kallas fossila, andra biobränslen.

Järn brinner, men är järn ett bränsle? Visst kan järn ge energi – men det finns inte naturligt tillgängligt, utan man måste först framställa det, dvs rulla stenen uppför kullen...Och då måste man tillföra den energi man sen kan få ut. Ingen bra energiaffär!

Vätgas finns inte heller i naturen. *Trots det* ser vätgas ut att bli ett av våra vanligaste bränslen därför att man lätt framställer vätgas ur andra bränslen, framför allt naturgas, med en kemisk reaktion och utan att förlora någon energi. Vätgas är också en biprodukt vid flera kemiska processer. Men drömmen är att utnyttja solenergi för att göra vätgas ur vatten. Alla våra bränslen har bildats och bildas fortfarande med hjälp av solenergi, genom fotosyntesen.

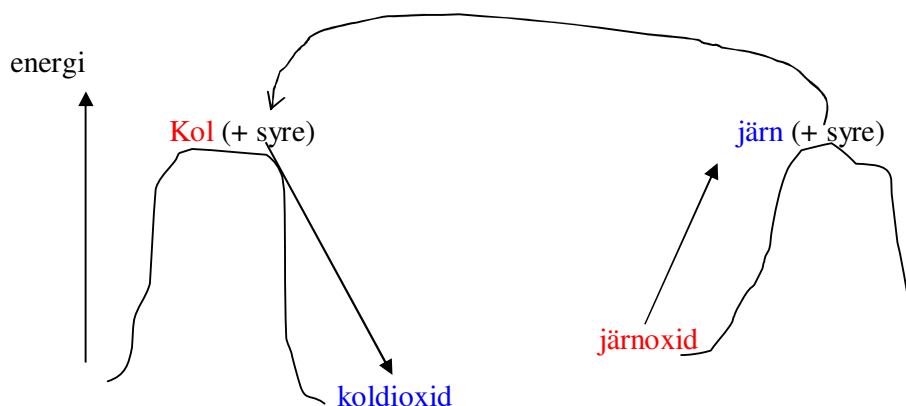
Att rulla stenen uppför kullen

Vi behöver metaller – för att bygga hus och bilar, dra rör, göra diskbänkar.... Men de metaller vi behöver finns bara som oxider och andra kemiska föreningar i naturen. Undantaget är ädla metaller - de finns naturligt (se Antika kunskaper, Modul 3). Det betyder att vi bara får metallerna om vi kan "rulla stenen uppför kullen". Vi behöver alltså använda energi i någon form för att omvandla oxiden till metall. Ofta använder man bränslet kol för att få energin.

Om man blandar kol (som *kan bli* koldioxid) med järnmalm (som *är* järnoxid) och upphettar i en masugn gäller: vilket av kol och järn bildar helst oxid? Och det är kolet. När kol oxideras till koldioxid avges mera energi än det behövs för att järnoxiden ska bilda järn. Se figuren nedan. Följden blir att järn får tillbaka sina elektroner och att kolet mister sina, det bildas järnmetall och koldioxid! Nu har vi fått järn genom att ett bränsle tagit hand om syret. Kolet har oxiderats och järnet har *reducerats*.

Det här är det vanligaste sättet att framställa metaller som järn, zink och tenn. Den energi man får ut när kol bildar koldioxid räcker för att "rulla stenen uppför kullen" från metalloxid till metall.

Järnoxid + kol \rightarrow järn + koldioxid. Oxidjonerna byter bara plats.
($2\text{FeO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Fe} + \text{CO}_2$ om du är ny fiken på en enkel formel)

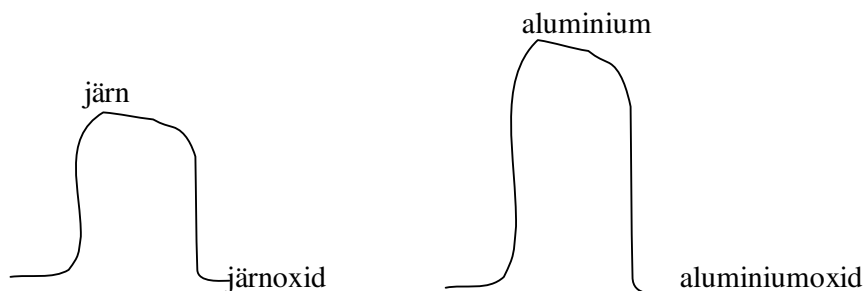


Kemiskafferiet modul 6...kemiteori

Metoden att få fram järn med hjälp av kol har varit känt sedan flera tusen år i Kina, men upptäcktes senare i Europa.

En oädel metall oxideras lätt till oxid. Ju oädlare en metall är, desto mer energi behövs det för att göra metall av oxiden, dvs desto högre är energikullen. För att framställa vissa mycket oädlade metaller räcker inte energin från kol till. Man får tillgripa elenergi. Då tvingar man på metalljonerna elektroner direkt från en elledning, dvs de positiva jonerna tvingas ta tillbaka sina elektroner och blir metall.. Så framställer man aluminium och magnesium.

Aluminiumindustrin är vår mest elenergikrävande industri.



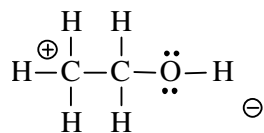
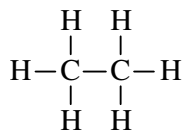
Kol räcker för att framställa järn men inte för att göra aluminium som ligger på en högre energikulle

Järnframställning är ett exempel på vad man kan använda bränslen till. Men den största delen av energin från bränslen utnyttjas för transporter och till uppvärmning. (NE har mycket information kring ämnet energi.)

Litet eller stort energiinnehåll?

Man jämför ofta bränslen med avseende på hur mycket energi de kan ge per kg eller liter. T ex kan man slå upp i NE att en liter etanol (alkohol) bara ger ungefär hälften så mycket energi som en liter bensin. Vi behöver större bränsletank om vi ska köra bilen på sprit. Kan man förstå varför?

Jämför en enkel kolvätemolekyl med en enkel alkohol

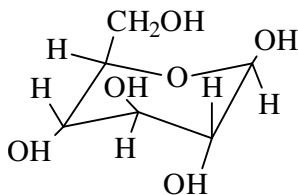


I alkoholen är både en väte- och en kolatom redan bundna till syre, dvs alkoholmolekylens atomer är redan lite oxiderade! Då finns det inte längre lika många atomer kvar att oxidera och inte heller lika mycket energi att få ut.

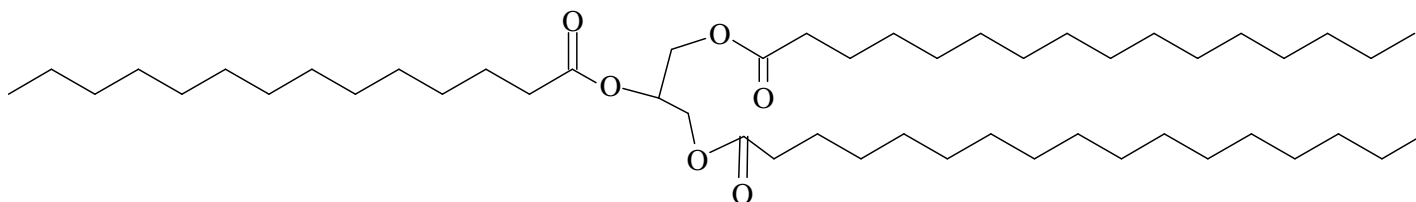
Du vet kanske att "kaloriinnehållet" i fett är större än i socker, och det beror på precis samma sak. Fett består av nästan bara kol- och väteatomer. Socker är uppbyggt av molekyler där mycket syre redan är bundet till kol och väte.

Kemiskaferiet modul 6...kemiteori

Nedan en molekyl av druvsocker. Formeln för druvsocker är $C_6H_{12}O_6$. Det betyder att det i molekylerna finns en syreatom för varje kolatom.



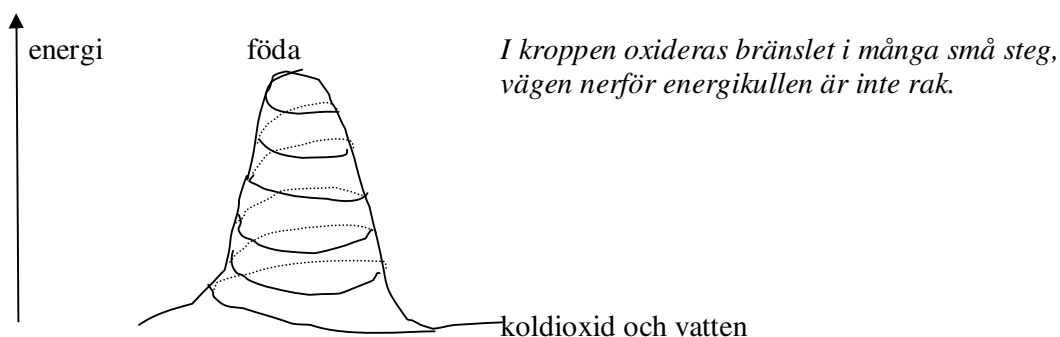
Jämför med fettmolekylen nedan som bara innehåller några få syreatomer bundna till kol. (I det här förkortade sättet att rita molekyler betyder varje knick en kolatom med två väte)



Tittar man i en "kaloritabell" ser man att socker ger ca 16 kJ/g medan fett ger ca 36 kJ/gram (kJ heter kilojoule)

Mat - bränslen för kroppen

I kroppen förbränns maten till exakt samma *slutprodukter* som det skulle bli utanför kroppen. Vid förbränningen (oxidationen) förbrukas alltså syre och produceras koldioxid och vatten. ("Kalorivärdet" bestäms också genom direkt förbränning i syre.) I kroppens celler går emellertid nedbrytningen (oxidationen) av molekylerna i flera mindre steg.



I samhället används bränslen både för uppvärmning, transporter, elproduktion, och för att göra nya produkter. I allmänhet är effektförlusterna stora.

I kroppen utnyttjas energin inte bara för att hålla oss varma. Varje liten muskelrörelse, tanke, uppbyggnad mm kräver energi. Energi lagras också i energirika molekyler. Den energin används sedan igen bl a när kroppen bygger upp nya molekyler. Organismen är väldigt effektiv på att ta tillvara energin.

Korrosion – naturen tar tillbaka

Järn framställs ur järnmalm, som är järnoxid. Järn rostar till järnoxid. Det material som vi en gång framställde genom att tillföra energi i form av kol tar naturen tillbaka. Visserligen får vi också energin tillbaka, men över en lång tidsperiod. Den energin sprids som värme och vi får ingen glädje av den.

Korrosion är ett stort och dyrt samhällsproblem! Korrosion betyder sönderfrätning och många material, inte bara järn, kan angripas om det betyder en reaktion "nerför energikullen". Korrosion i sin enklaste form (t ex rostning) hör hemma under "hur material bryts ner" i kursplanen och målen för åk 5.

Ett annat exempel – på några ställen i Sverige störtade flygplan under andra världskriget. Flygplanen var delvis byggda av aluminium och magnesium, mycket oädlade metaller men användbara eftersom de är så lätta. Numera finns bara högar av aluminium- och magnesiumsalter på platsen. Metallerna har oxiderats under årtiondens lopp och åter bildat de kemiska föreningar de en gång framställdes från.

Ett kopparkoppar mörknar när kopparoxid bildas och blir så småningom vackert grönt av ärg när luftens gaser (koldioxid och lite svaveldioxid) reagerar med oxiden. Malakit som är ett vackert kopparmineral är kemiskt sett ungefär detsamma som ärg.

Greklands antika statyer av marmor och betongen i våra broar bryts ner av surt regn – det är också korrosion.

Korrosion kan man både fördröja och påskynda, se nedan och hemexperiment.

Batterier och korrosion är släkt!

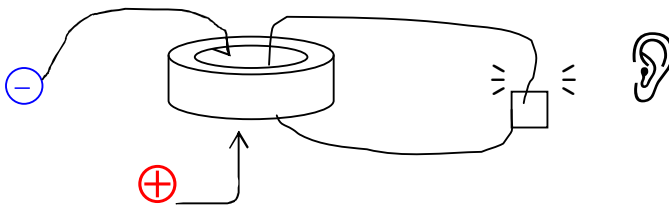
Har du använt ett batteri? Visst, men har du funderat över vad som pågår inuti?

Då järn rostar eller zink korroderar till zinkoxid i luft flyttar elektronerna från metallen till syret genom *direkt* kontakt mellan t ex zink och luft. Som vi nyss påpekade frigörs energi långsamt och går till spillo.

I ett *batteri* inträffar samma typ av reaktioner (naturen tar tillbaka...) men man *hindrar elektronerna att flytta sig genom direkt kontakt*. Ingen kemisk reaktion sker förrän elektronerna kan flytta sig. Det inträffar först när man sätter en ledning mellan plus och minus på batteriet. Då vandrar elektronerna från minus till plus.

På vägen genom ledningen kan elektronerna arbeta, t ex driva en motor eller hålla en lampa tänd. (Inuti batteriet måste också laddningar röra sig – där är det joner i ett salt som står för transporten.)

Väldigt ofta är zink det ämne som man låter oxideras (= förstöras) i ett batteri. Ibland är syre i luften det som får zinken att oxideras. Den lilla knappcell vi visar nedan är ett exempel, ett zink/luftbatteri som ger en spänning på 1,4 volt.



En zinkluftcell kan t ex utnyttjas i en hörapparat.

Kemiskafferiet modul 6...kemiteori

När man köper batteriet är det stängt med lufttät tejp på undersidan. När tejpens loss kan luften komma in genom ett fint hål på plussidan (undersidan). Knappcellen lämnar inte mycket ström eftersom syretillförseln är mycket måttlig.

Zinken *lämnar* elektroner till ledningen och syret *får* elektroner från ledningen. Samma kemiska reaktion inträffar som när man bara lägger en zinkbit i luft. Men den energi som kommer från reaktionen i batteriet går inte till spillo – den energi man får som värme vid den vanliga reaktionen tar man istället ut som elektrisk energi.

I batterier finns alltså lagrad energi som man kan ta ut som elektrisk energi.

(Du kan också pröva ett aluminium/luft-batteri under experimenten.)

De flesta torrbatterier ger ca 1,5 volt. Om man vill ha högre spänning får man antingen seriekoppla flera batterier eller konstruera ett batteri som ger högre spänning. Det finns t ex kamerabatterier som ger ca 3,5 volt, men där är det inte zink som oxideras utan den ännu oädlare metallen litium. Ju oädlare metall man väljer till ett batteri desto högre spänning har det.

Vi nämnde ovan att väte kan bli framtidens bränsle. Redan nu används väte också i batterier. Har du ett NiMH- (nickelmetallhydrid) batteri i mobilen är väte det som oxideras.

Bränslecellen

I en *bränslecell* låter man också väte oxideras och syre reduceras. Tillsammans bildar de vatten precis som när man bränner väte, men i bränslecellen kan man ta ut elektrisk energi. Det bildas inga farliga produkter när man driver en bränslecell, och den är kanske den bästa kandidaten för att driva en elektrisk bil. Bränslecellen skiljer sig från ett batteri bara genom att man hela tiden fyller på det som ska reagera.

Vill du se en modell av hur en bränslecell fungerar tittar du på

http://www.ballard.com/pem_animation.asp

Två olika metaller i kontakt kan skynda på korrosion

Du vet säkert att man inte ska kortsluta ett batteri av misstag - då laddas det ur snabbt, dvs reaktionerna går fort när elektronerna kan vandra utan att batteriet behöver arbeta.

Ibland kan man av misstag skapa sig ett batteri som är kortslutet.

Det här kan inträffa t ex om man löder en skarv på en bilplåt. Plåten (järn) är oädlare än tenn (lödmetallen). Metallerna står ju i kontakt och på plåten finns alltid litet fuktigt salt från vägen som kan leda ström. Du har ett kortslutet batteri och järnet börjar strax rosta.

Det som behövs är alltså två metaller som är olika ädla och något som leder ström (någon svag syra, en saltlösning eller åtminstone fuktigt salt.)

När man förzinkar en järnspik gör man det för att järnet inte ska rosta – det är zinken som är oädlast och förstörs i stället.

Om du lägger en skiva citron, ättiksgurka eller saltgurka mellan en kopparplåt och en zinkplåt har du t ex skapat dig ett batteri. (I experimenten har du tillfälle att bygga batteriet och att mäta vilken spänning det ger!)

Så länge de två olika metallerna inte har kontakt går ingen ström genom batteriet. Om du kopplar en sladd mellan metallblecken eller klämmer ihop dem så har du kortslutit batteriet.

Då sätter reaktionerna igång och den oädlaste metallen börjar oxideras, dvs frätas sönder.

Kemiskafferiet modul 6...kemiteori

Putsa silver i kortslutnen cell.

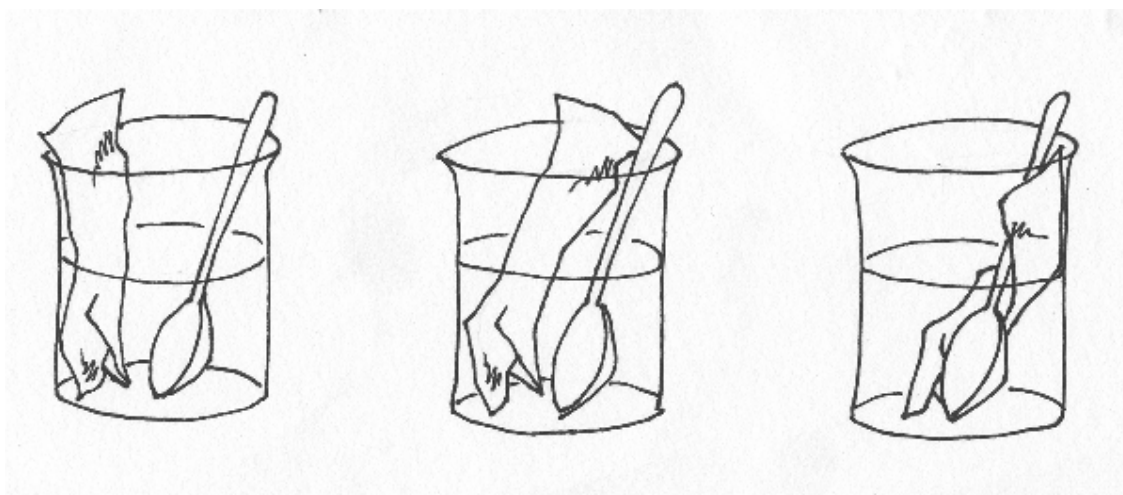
Men man kan också *utnyttja* en kortslutnen cell (batteri). Man kan putsa silver genom att lägga det i kontakt med aluminiumfolie i en balja med saltlösning, t ex målarsoda eller bikarbonat löst i vatten. Folien består av en oädel metall och oxideras. Silveroxiden på silverskeden går i stället tillbaka till silver.

Ett batteri med Al-folie och oxiderad silversked,

inte i arbete
Al utan kontakt med silversked

kortslutet

också kortslutet
Al i kontakt med silversked



Vad händer med aluminiumfolien i det kortslutna batteriet?