

### symbolforklaringer

s = fast stoff      l = væske  
g = gass              aq = løst opp i vann

### Redoksreaksjoner

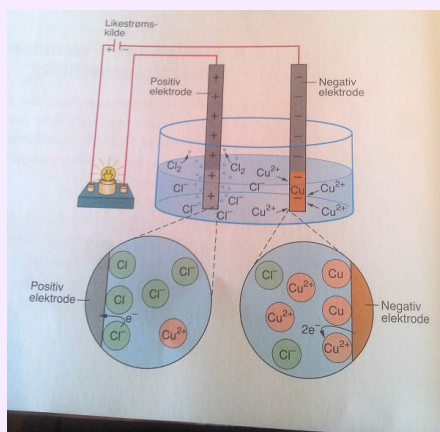
Reaksjoner med elektronovergang!

Reaksjoner der det blir frigitt energi til omgivelsene kalles eksoterme reaksjoner. Alle forbrenningsreaksjoner er eksoterme.

Når atomene i et grunnstoff gir fra seg ett eller flere elektroner sier vi at de blir oksidert. Når de tar opp ett eller flere elektroner, sier vi at de blir redusert.

Siden det alltid foregår en reduksjon samtidig med en oksidasjon kaller vi dette redoksreaksjoner.

### Elektrolyse

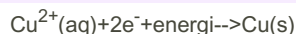


### Elektrolyse. redoksreaksjoner i metallframstilling

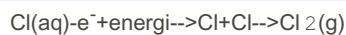
Siden de fleste metaller lett gir fra seg elektroner, finner vi som regel metaller som ioner i mange kjemiske forbindelser i naturen.

For å få de i nøytral form må vi **tilføre energi**. Dette kan gjøres i en prosess vi kaller elektrolyse.

### Elektrolyse av salter løst i vann: Kopper fra kopperklorid:



Kopperet fester seg på den negative elektroden (katoden)



Klorionene oksiderer til to kloratomer som bindes sammen til Cl<sub>2</sub>, klorgassmolekyler (ved elektronparbinding) ved anoden

Altså: Kloridioner gir fra seg elektroner og blir klorgass, kopperioner tar opp elektroner ved katoden og kopperet fester seg til den

### Elektrolyse av vann gir hydrogengass og oksygen



Bare ca. 10% av hydrogengass i verden idag blir framstilt ved elektrolyse av vann.

Bli heller framstilt av fossile hydrokarboner ved dampreforming.

### Batterier

Består av ett eller flere galvaniske elementer. Når flere elementer koples sammen i en serie, kan batteriene få høyere spenning og levere mer strøm.

I batterier kan det være upraktisk at elektrolytten er flytende, den er derfor ofte sugd opp i ett porøst materiale. Denne typen batterier blir derfor kalt **tørrelementer**.

Det som bestemmer spenningen og strømmen som batteriene kan levere er hvor mange galvaniske element som er koplet sammen, valget av metaller eller stoffer til elektrodene og valget av elektrolytt. Disse valgene er også med på å bestemme batteriets levetid.

### Oppladbare batterier

Også kalt **sekundærbatterier**

Her kan redoksreaksjonene reverseres ved å bruke elektrisk energi.

Avhengig av batteritype og utstyr kan de lades 500-1000 ganger.

Tidlig var det vanlig med kadmium-batterier, mens nå bruker vi mer miljøvennlige alternativer.

De vanligste batteritypene i mobil, data osv er litium-ion-batterier. Denne batteritypen er svært lett og har lang levetid.

Den positive elektroden i et litium-ion-batteri er en litiumforbindelse. F.eks. litium-koboltoksid (LiCoO<sub>2</sub>), og den negative elektroden er karbon med litium.



By **promethium**

[cheatography.com/promethium/](https://cheatography.com/promethium/)

Published 13th August, 2014.

Last updated 13th May, 2016.

Page 1 of 4.

Sponsored by **Readable.com**

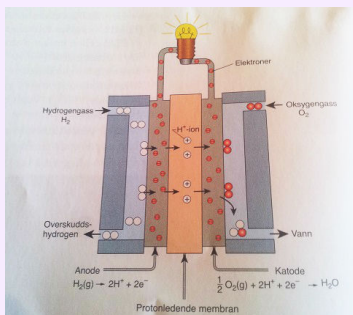
Measure your website readability!

<https://readable.com>

### Oppladbare batterier (cont)

Ved utladning forflytter  $\text{Li}^+$  ioner seg fra den positive elektroden til den negative, og motsatt vei ved oppladning.

### PEM-celle



### Metaller og den elektrokjemiske spenningsrekken

Vi finner metallene til venstre/i midten i periodesystemet (det er metaller det er mest av)

De har få elektroner i det ytterste skallet og vil i mange kjemiske reaksjoner spontant gi fra seg disse elektronene til grunnstoffene i gruppene 16 og 17.

Stoffer som lett gir fra seg elektroner i kjemiske reaksjoner sier vi er "elektropositive".

De mest elektropositive finner vi nede til venstre i periodesystemet.

De mest elektronegative finner vi oppe til høyre i gruppene 15, 16 og 17. (gruppe 18 er edelgasser som er svært lite reaktive).

Kalium og natrium er noen av de mest elektropositive metallene, og de reagerer bl.a. spontant og kraftig med vann.

### Metaller og den elektrokjemiske spenningsrekken (cont)

Metallene kan ordnes i en elektrokjemisk spenningsrekke etter den evnen de har til å gi fra seg elektroner til andre stoffer.

Li K Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb H Cu Ag Au

Når metallatomene danner ioner, mister de sine metallegenskaper.

Gull, sølv og kopper er edle metaller, altså lite reaktive. De er til høyre for hydrogen i spenningsrekken. Disse vil derfor ikke gi fra seg elektroner til f.eks.  $\text{H}^+$  ioner i syrer

### Metallfremstilling

Når vi smelter metallforbindelser, lager ei smelte, bryter vi bindingen mellom ionene. Det kreves ofte mye energi, altså svært høy temperatur.

Hvis vi **tilfører elektrisk energi** til smelta, kan vi av metallionene få dannet nøytrale metallatomer med metalliske egenskaper.

Det som da skjer, er at metallionene blir redusert.

Dette blir gjort i stor målestokk i aluminium-industrien.

Aluminium fins i mineralet bauxitt, som inneholder over 50% aluminiumsoksid,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Den positive elektroden, anoden, er laget av karbon ved aluminiumsfremstilling.

Oksygenet reagerer med karbon og danner karbonmonoksid.



### Symbol/ordforklaringer

Ladning	q	Coulumb (C)
Strøm	I	Ampere (A)
Spenning	U	Volt (V)
Resistans	R	1 Ohm
Ohms lov	$U = R \cdot I$	

### Engangsbatterier/Alkaliske batterier

Også kalt **primærbatterier**, er de mest brukte batteriene.

De alkaliske engangsbatteriene er den vanligste typen og de inneholder ikke tungmetaller som kvikksølv eller kadmium.

De alkaliske batteriene varer mer enn 4 ganger så lenge som andre tilsvarende batterier.

Den positive polen er av karbon, den negative av sink. Sinken er formet som en sylinder som holder elektrolytten på plass.

Elektrolytten er en blanding av manganoksid ( $\text{MnO}_2$ ), sinkklorid ( $\text{ZnCl}_2$ ), og kaliumhydroksid (KOH).

KOH gir ett basisk (alkalisk) miljø.

Selv om den positive polen er av karbon, deltar ikke karbonet direkte i redoksreaksjonene, men leder elektroner til manganoksidet.

Det er manganoksidet som blir redusert. Sink gir fra seg elektroner, blir oksidert og er altså den negative polen i elementet.

### Knappcellebatterier

har oftest litium eller kvikksølv i seg.

Kvikksølv er miljøskadelig, så de har vært forbudt å importere og omsette i Norge siden 1995.



By **promethium**

[cheatography.com/promethium/](http://cheatography.com/promethium/)

Published 13th August, 2014.

Last updated 13th May, 2016.

Page 2 of 4.

Sponsored by **Readable.com**

Measure your website readability!

<https://readable.com>

### PEM-cellen

PEMFC-cellen (Proton Exchange Membrane Fuel Cell), oftest kalt PEM-cellen, bruker **hydrogen** som drivstoff og har høy virkninghetsgrad (40-60% ved normalt bruk).

Forbrenningstemperaturen er under 100 grader C, som gjør at det ikke slippes ut nitrogenoksider, NO<sub>x</sub>, det slippes bare ut vann.

Platina festet til karbonpartikler på membranen brukes nå som katalysator i brenselcellene, men platina er dyrt så forskere leter etter andre muligheter.

Forskere prøver å forbedre PEM-cella. Noen utfordringer er å:

- Øke levetiden
- Øke virkningsgraden
- Forbedre membrankvaliteten
- Bruke billigere materialer

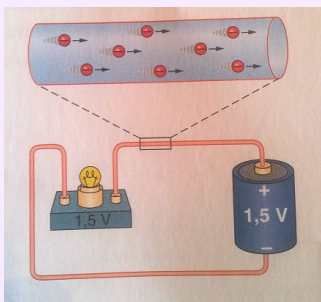
### Galvaniske elementer

Elektrisk strøm er ladninger som vandrer, oftest elektroner i en elektrisk ledning, eller det kan være ioner som er løst opp i vann.

En elektrisk krets er en sammenkopledd eller sammenhengende vandringsvei for elektriske ladninger.

I tillegg må vi ha en **motor** som driver strømmen. En strømkilde eller **spenningskilde**. F.eks. batterier eller solceller

### Galvanisk element



### HUSKEREGEL

**OKSEN ANTON ER REDD KATTA.**

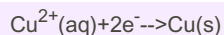
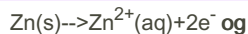
(oksidering ved anode, reduksjon ved katode)

### Oppbygging av et galvanisk element

Batterier er oppbygd av galvaniske elementer.

I ett galvanisk element utnytter vi at grunnstoffene har ulike evner til å gi fra seg elektroner

**EKSEMPEL: (se figur!)**



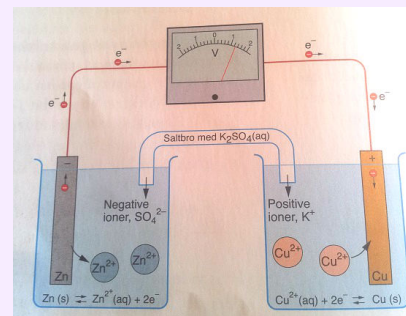
Saltbroen fungerer som en **elektrolytt** i dette galvaniske elementet.

**Et galvanisk element består av to forskjellige elektroder og en elektrolytt som leder strøm.**

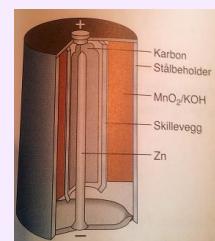
En av elektrodene gir fra seg elektroner (**anode**),

den andre tar imot elektroner (**katode**) og leder dem videre til elektrolytten.

### Eksempel, galvanisk element



### Alkalisk batteri



### Brenselceller

Frigjør energi gjennom redoksreaksjoner og mange tror at økt bruk vil bidra til å bedre miljøet.

Når hydrogen og andre stoffer reagerer med oksygen, kaller vi disse reaksjonene for forbrenning (eksoterme). I forbrenningsreaksjonene blir oksygen redusert og andre grunnstoff oksidert, og energi blir frigitt.

eks. 1:  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{energi}$

eks. 2:  $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{energi}$

### Hvordan de virker:

En brenselcelle får hele tiden tilført drivstoff i en jevn strøm utenifra.



By promethium

[cheatography.com/promethium/](http://cheatography.com/promethium/)

Published 13th August, 2014.

Last updated 13th May, 2016.

Page 3 of 4.

Sponsored by **Readable.com**

Measure your website readability!

<https://readable.com>

### Brenselceller (cont)

Brenselcellene er konstruert slik at de prøver å fange opp og utnytte den energien som blir frigjort i redoksreaksjonene.

Med hydrogen som brennstoff gir brenselcellene et energiutbytte som er tre ganger høyere enn bensin og diesel.

Den vanligste brenselcellen er PEM-CELLEN.

### Kjemiske reaksjoner i PEM-cellene

Hydrogengass ledes inn på den ene siden av en protonledende membran og oksyngass eller luft på den andre siden.

Ved anoden blir hydrogen oksidert til  $H^+$ ioner.  $H^+$  og  $H_2O$  kan gå gjennom membranen, mens elektronene må gå i en ytre krets som elektrisk strøm istedefor.

På oksygensiden av membranen, katodesiden, reagerer  $H^+$  med  $O_2$  og det blir dannet vann.

**Ved anoden:**  $2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e^-$

**Ved katoden:**  $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$

**All reaksjon:**  $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + \text{energi}$

Hvor miljøvennlig bruken av disse brenselcellene er, avhenger bl.a. av hvordan hydrogenet produseres.

Elektrisiteten som brukes ved framstilling av hydrogen, må være produsert på en miljøvennlig måte, f.eks. med solceller eller vindkraft



By **promethium**

[cheatography.com/promethium/](https://cheatography.com/promethium/)

Published 13th August, 2014.

Last updated 13th May, 2016.

Page 4 of 4.

Sponsored by **Readable.com**

Measure your website readability!

<https://readable.com>