

Fortbildning i elektrokemi för lärare
i grundskolan och gymnasiet.

KRC, SU, 171031

Lars Eriksson, Jenny Olander

Lars.eriksson@mmk.su.se

Jenny.olander@krc.su.se

Aproximativt schema (gammalt)

09.30 – 10.00 Introduktion, fika, mingel

10.00 – 10.45 Lite teorier, beräkningar och grafer

11.00 – 12.00 Lab, elektrokemiska serien, batterier, korrosion

12.00 – 13.00 Lunch

13.00 – 13.45 Mer teorier, solceller, uppladdningsbara batterier

14.00 – 15.00 Lab, solceller och batterier.

15.00 – 15.00 Fika ?

15.00 – 16.00 Uppföljning av dagens arbete.

Kompendiet, version 3...

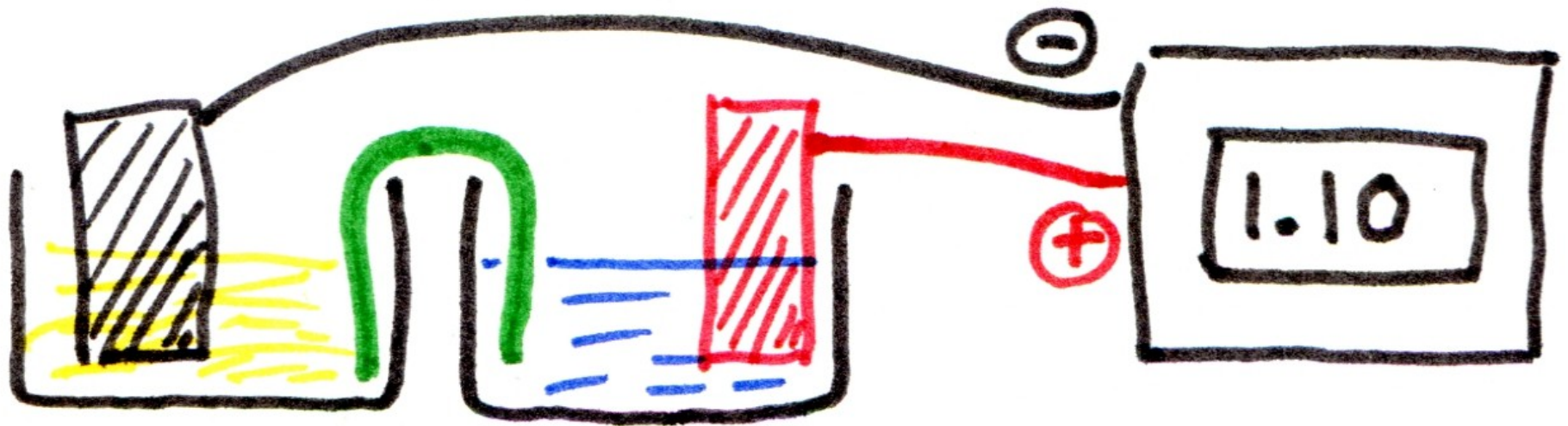
- Trejde upplagan som säkert ännu innehåller många fel och annat... Ännu långt ifrån “färdigt”.
- Vad saknas?
- Vad skulle ni vilja att fanns med, som saknas nu?
- **Elevmaterial?**
- Vilken form, papper, digital?
- Kits, materialsatser, förteckningar?
- **Maila om önskemål!**

Experiment ifrån KRCs Info-Brev.

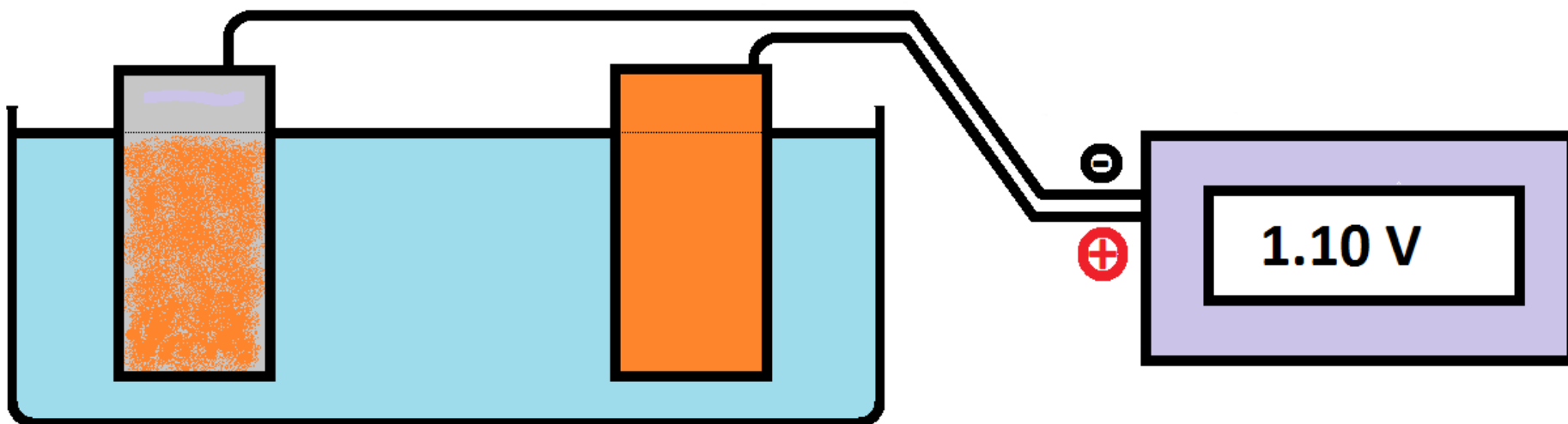
- Ett enkelt batteri IB 30
- Elektrofores av karamellfärg IB 34
- En lampa som tänds i vatten IB 37
- Zn-luft batteri (Ebbas version) IB 45
- När rostar spik som mest eller minst? IB 46
- Reduktion av järnoxid på en tändsticka IB 50
- Principen för ett batteri IB 63
- Manganets olika oxidationstillstånd IB 67

Halva celler eller Hela celler?

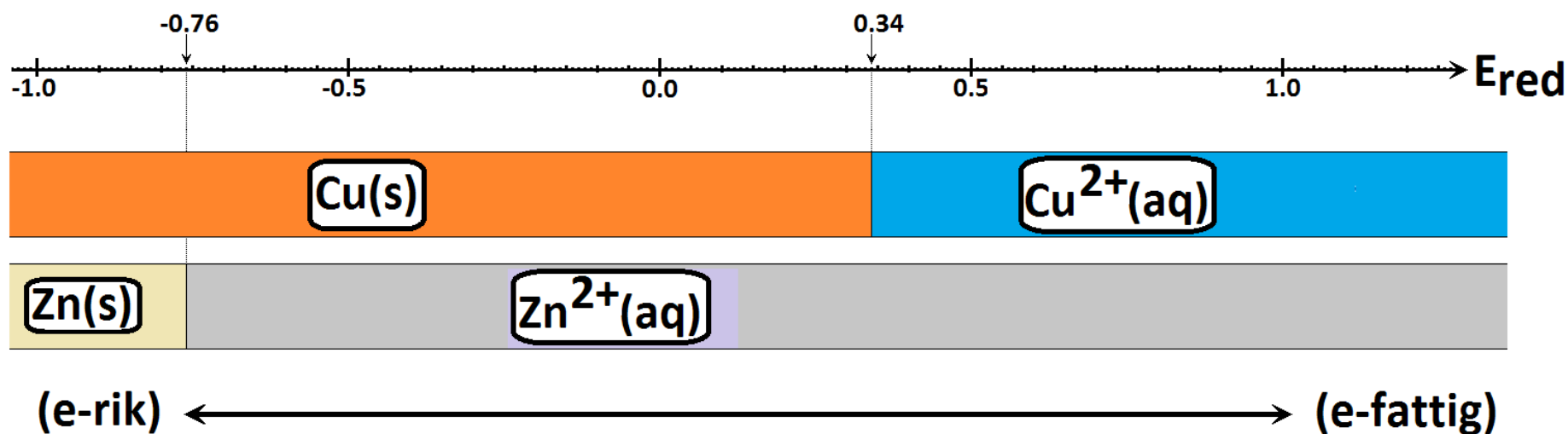
t.ex. Zn/Cu-cellen (Daniell)



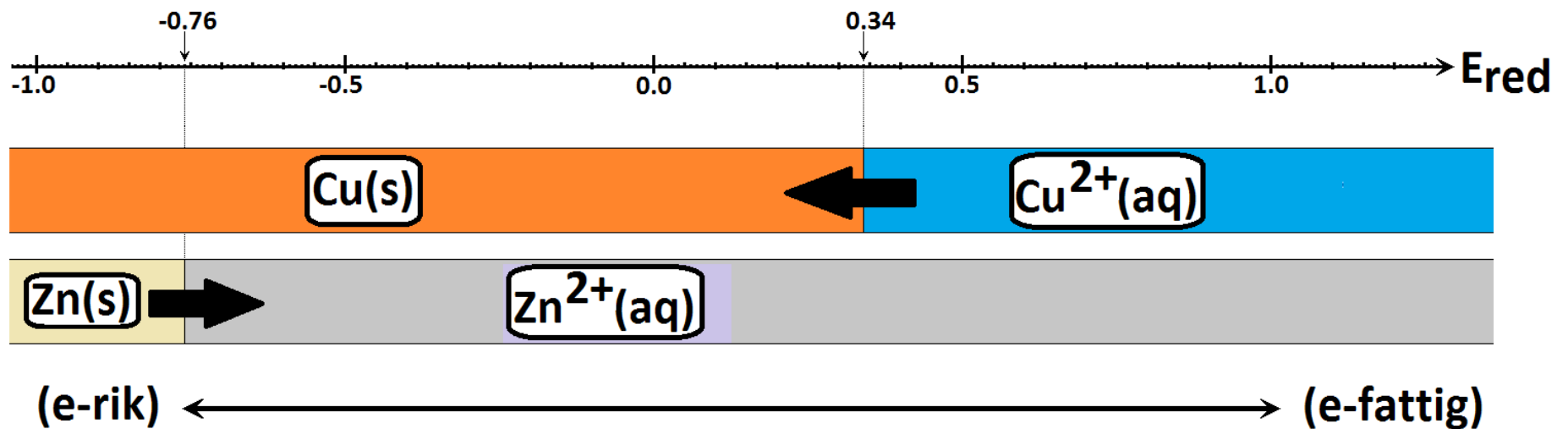
Olika rum eller samma rum?



Olika grundämnen – olika redox (reduktionspotential?)

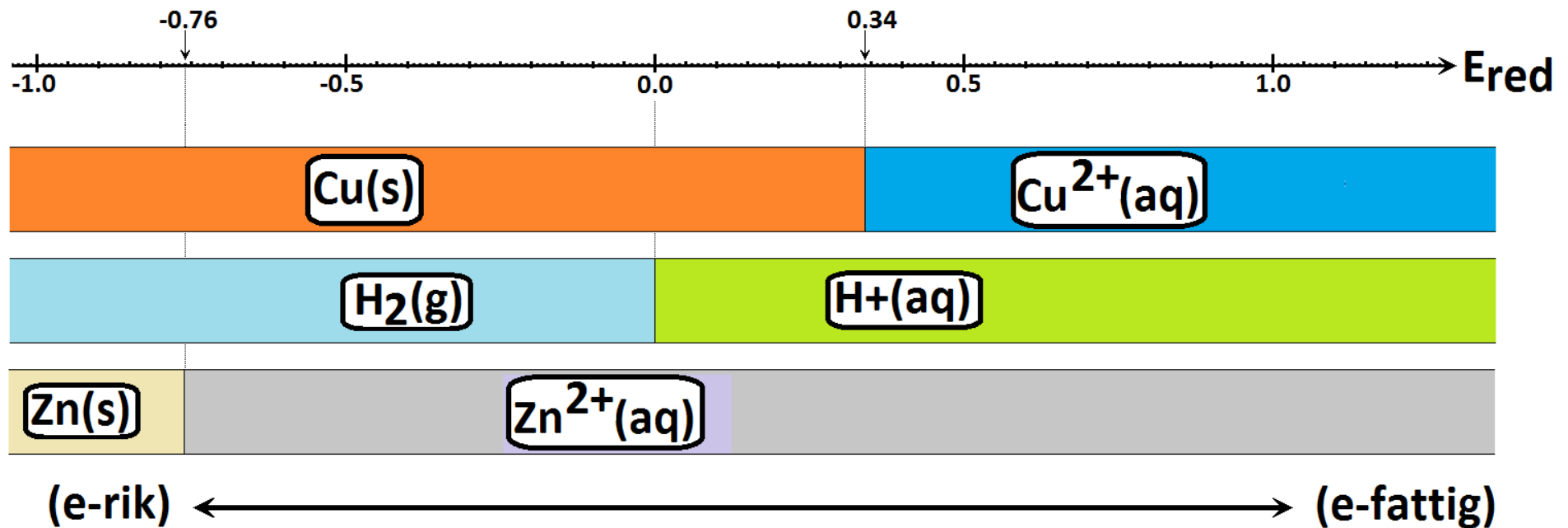


Zn(s) och $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$?
 $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ och Cu(s) ?

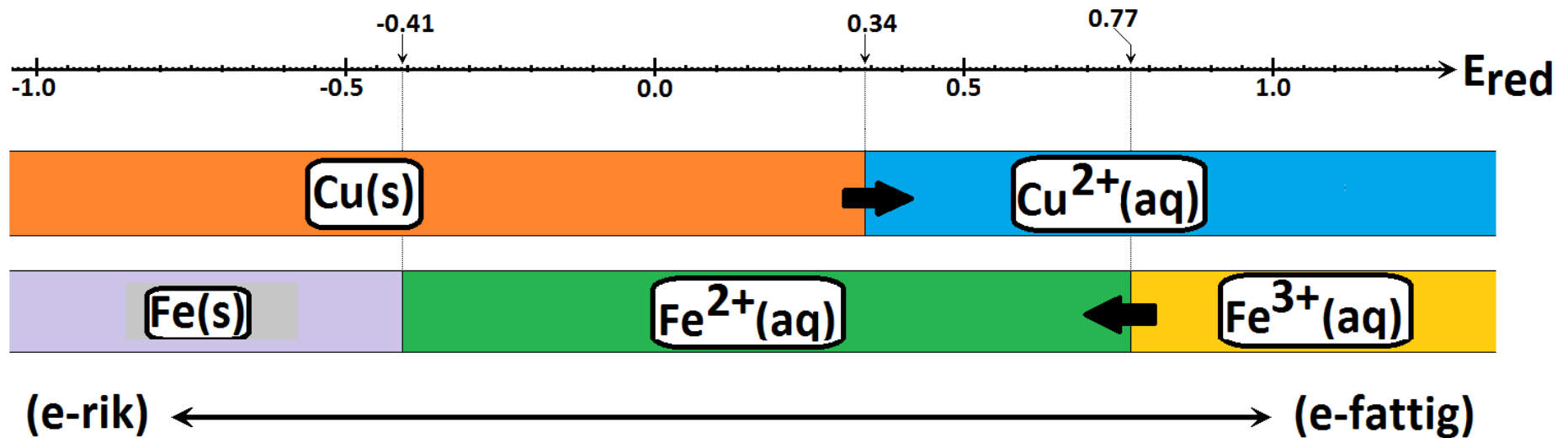


Relationen till $\text{H}^+(\text{aq})/\text{H}_2(\text{g})$?

Förhandling: Den sker vid 0 V!

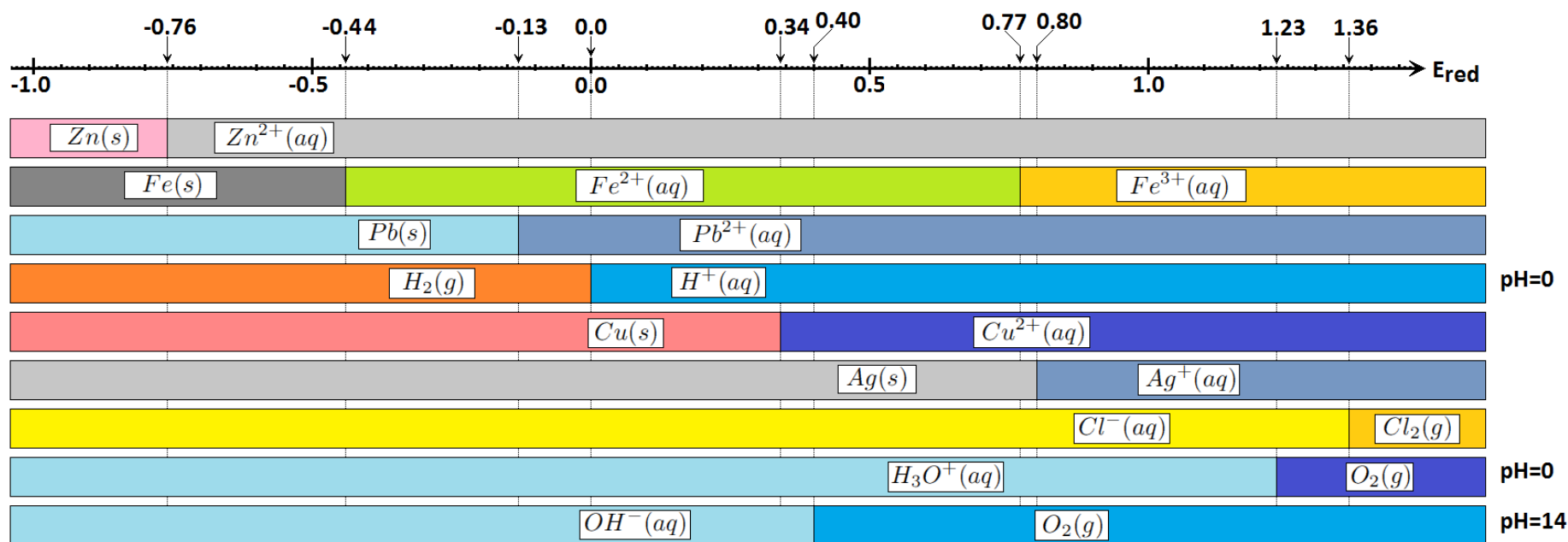


Etsa kretskort:
 $\text{FeCl}_3(\text{aq})$ löser $\text{Cu}(\text{s})$?

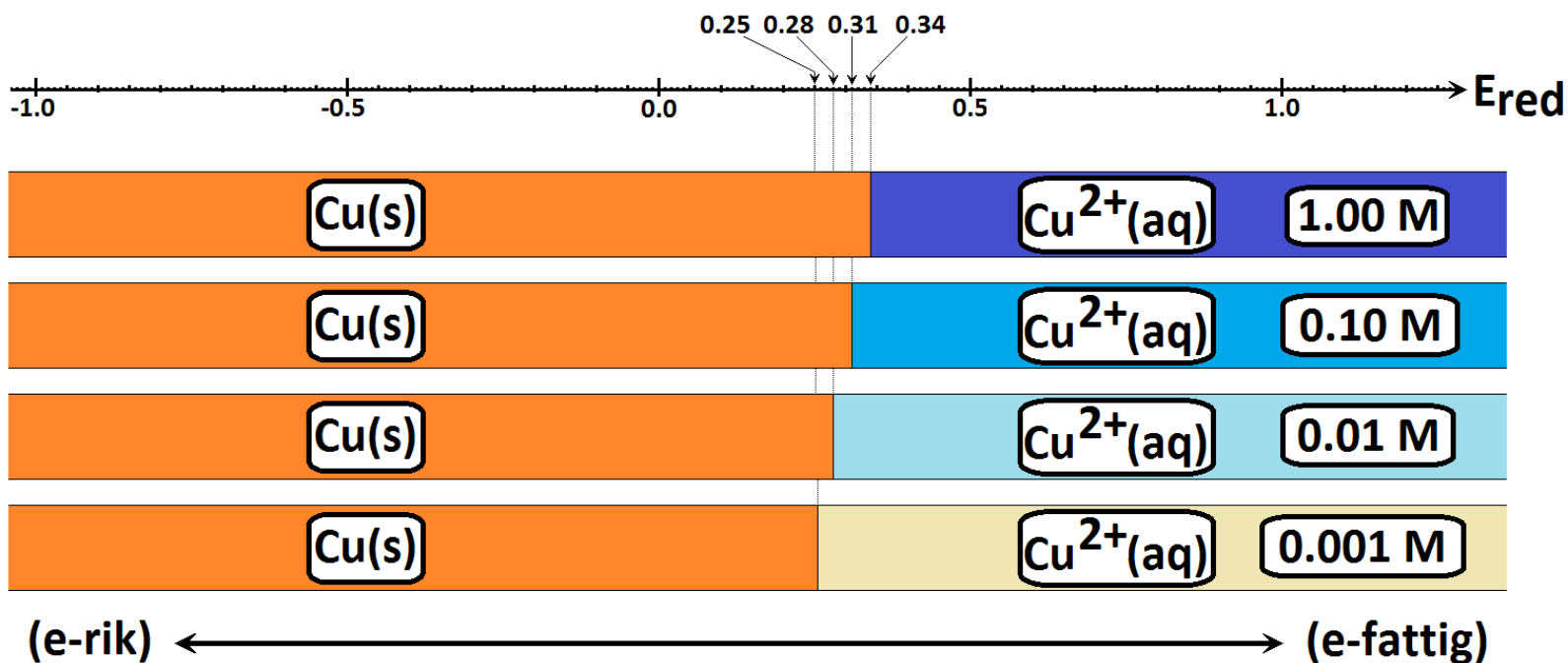


“Elektrokemiska serien”

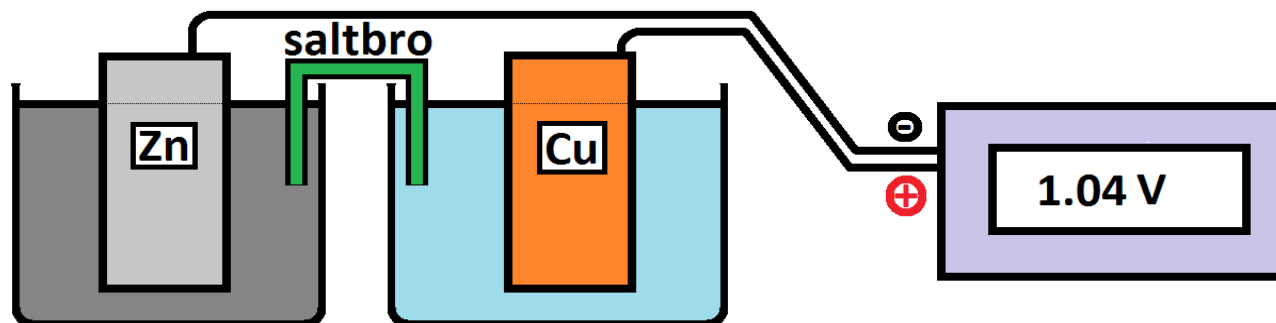
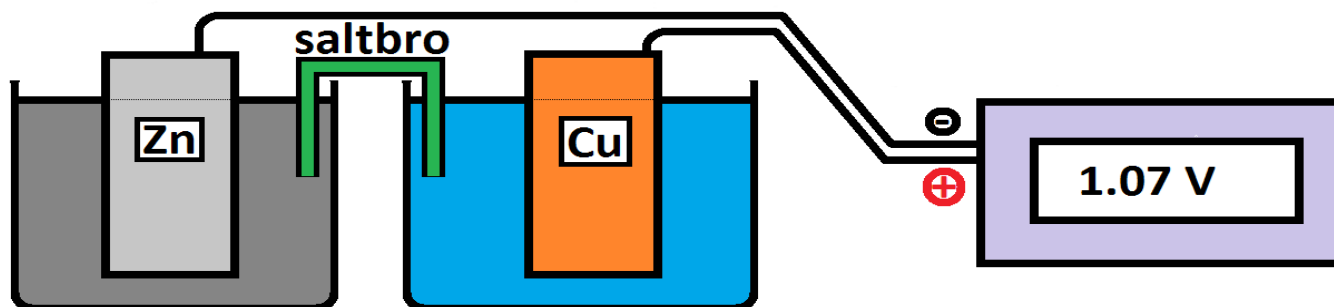
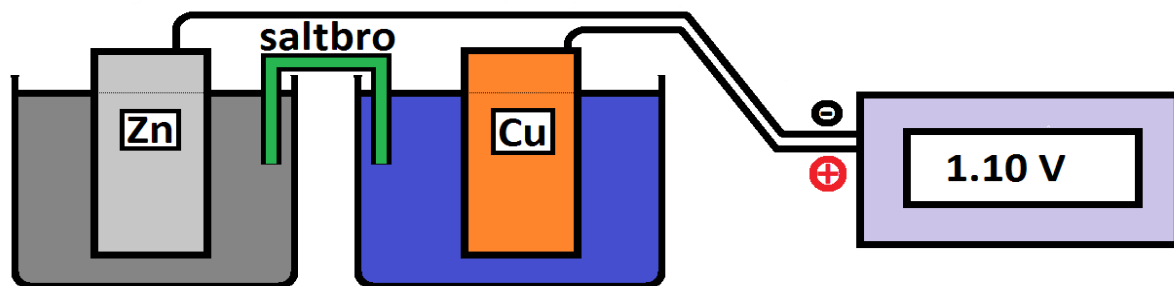
... Zn, Fe, Pb, H, Cu, Ag, O, Cl, ...



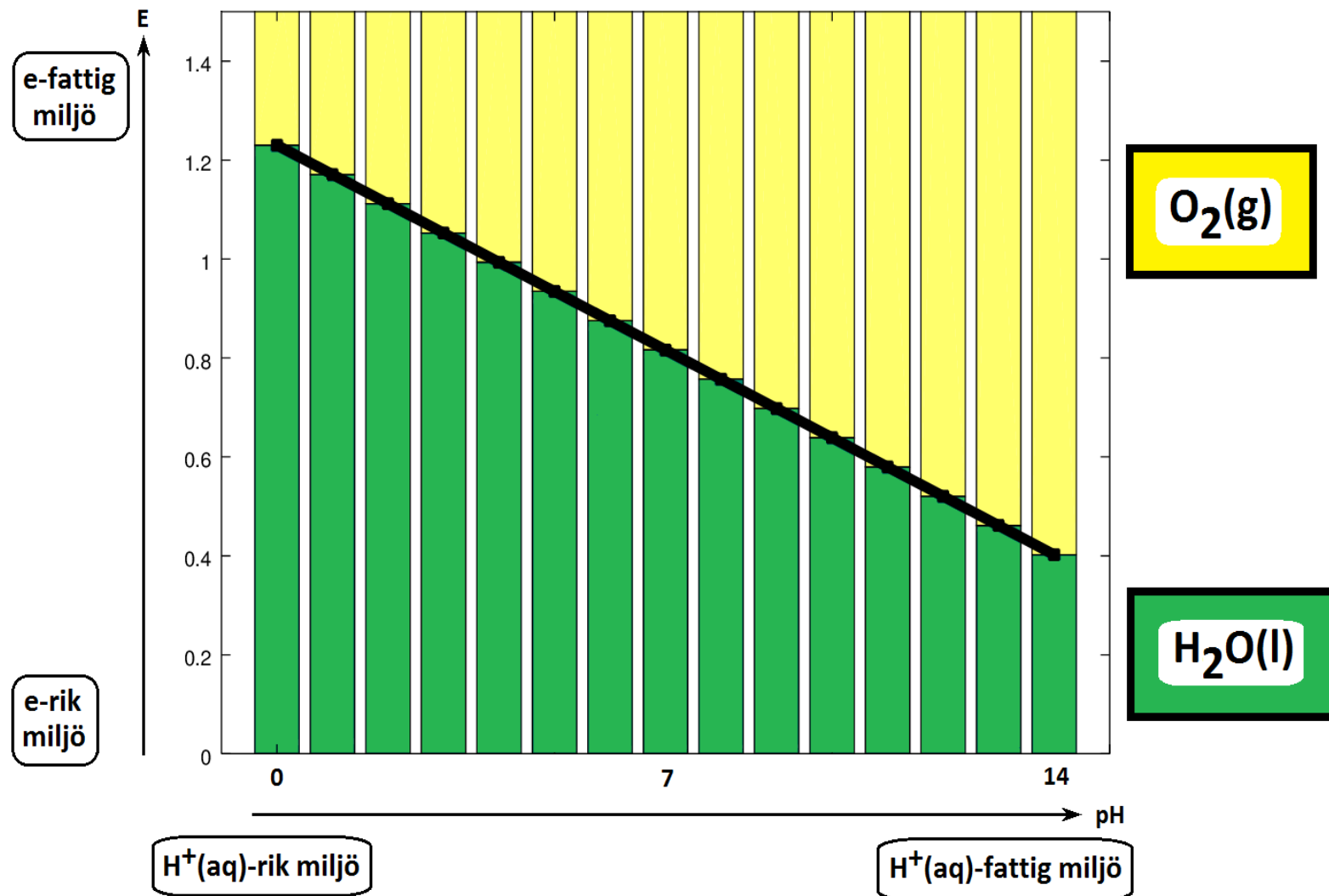
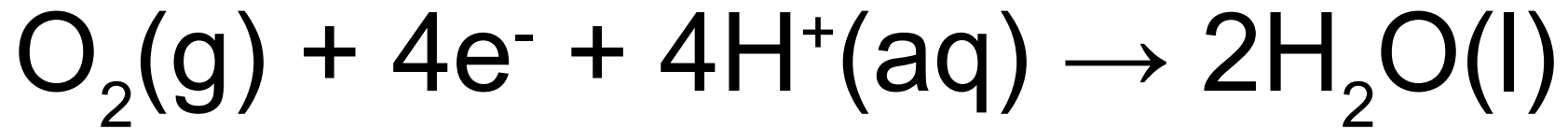
Potential - koncentration



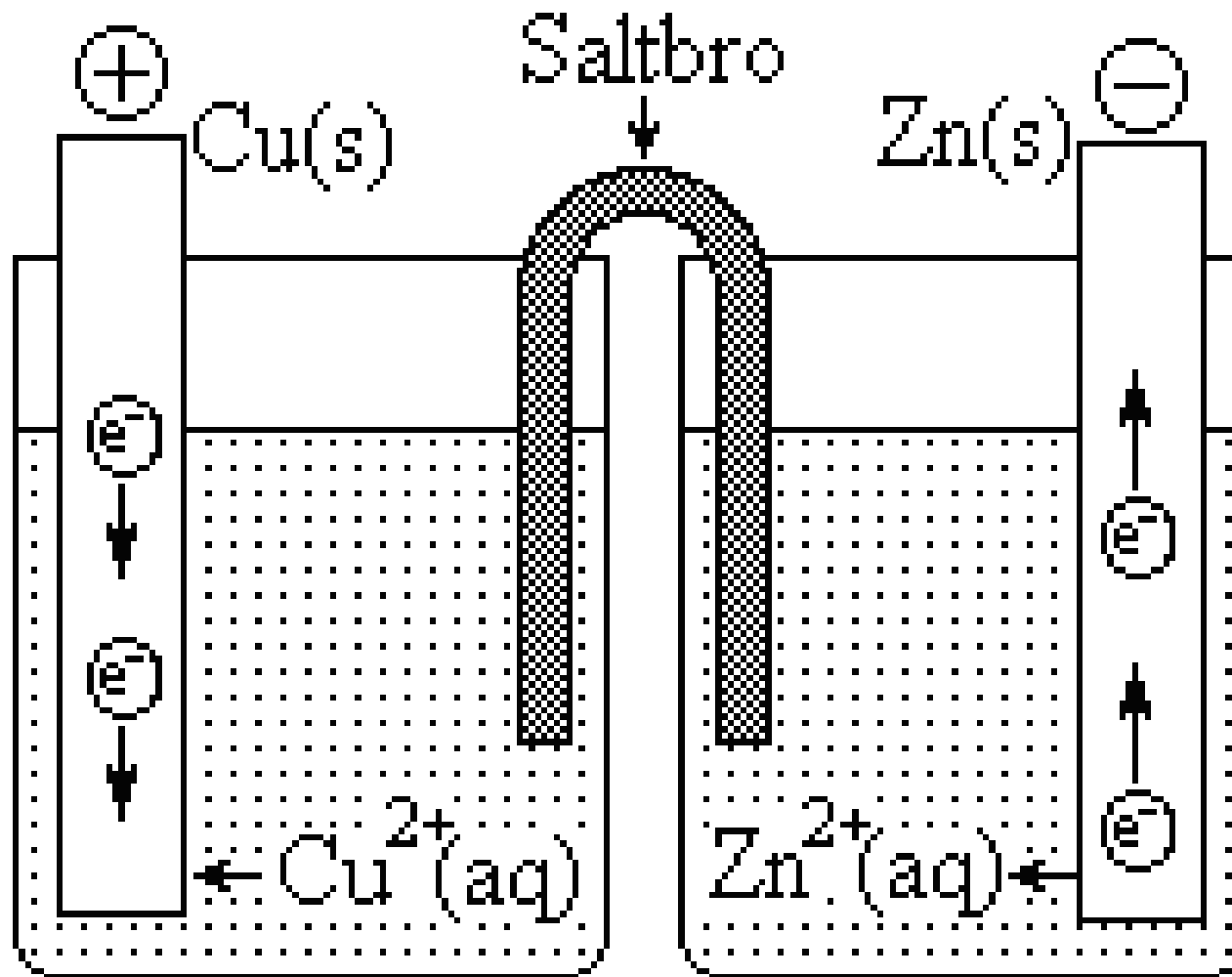
Olika koncentration igen...



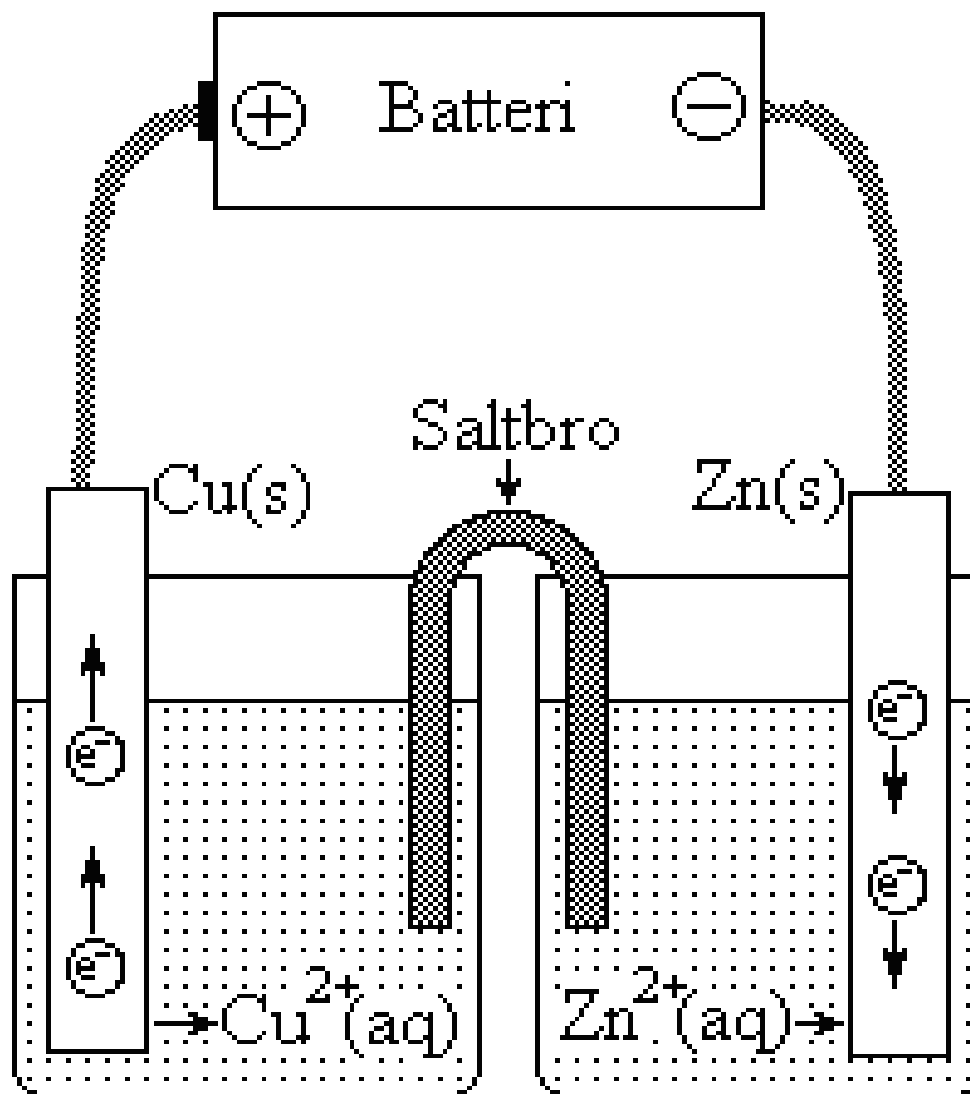
pH-beroende:



Galvaniskt element



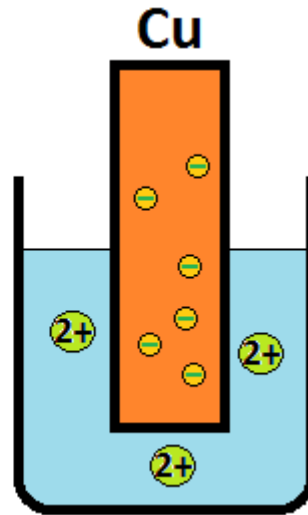
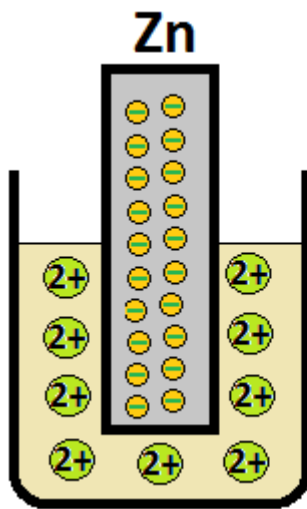
Elektrolys



Regler för plus och minus...(?)

- Vid **A**noden sker **O**xid**A**tion (**A**vger e^-).
- Vid **K**atoden sker **R**ed**U**ktion (**U**pptar e^-).
- Detta leder (dessvärre) till:
Galv. element: Positiv **K**atod, Negativ **A**nod.
Elektrolys: Positiv **A**nod, Negativ **K**atod.
- Anodos (gr. framåt, uppåt), Katodos (gr. inåt, nedåt)

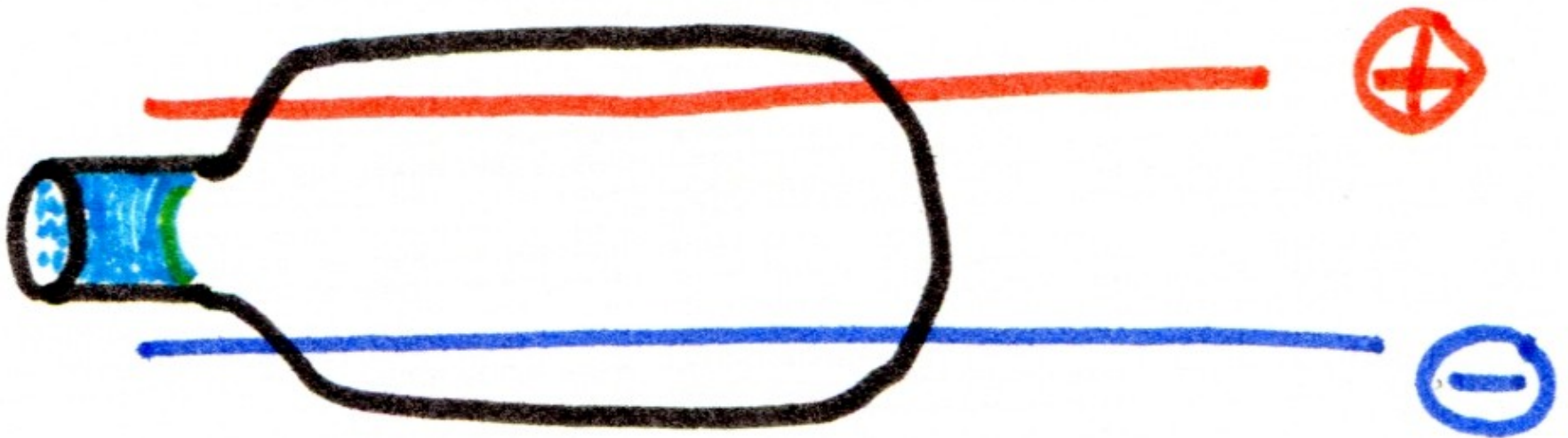
Elektrokemiska analyser



Jämför olika
metallars tendens
att oxideras...



Elektrolys : Knallgas ifrån vatten



Kort approximativ batteri-historia

Några årtal och batterityper eller innovationer.

1800: Voltas stapel.

1836: Daniell-cellen, Zn-Cu.

1859: Planté-cellen, blybatteriet.

1868: Leclanché, brunsten-zink, våta celler.

1888: Gassner, brunsten-zink, torra celler.

1899: Junger, NiCd.

1901: Edison, NiFe och NiZn.

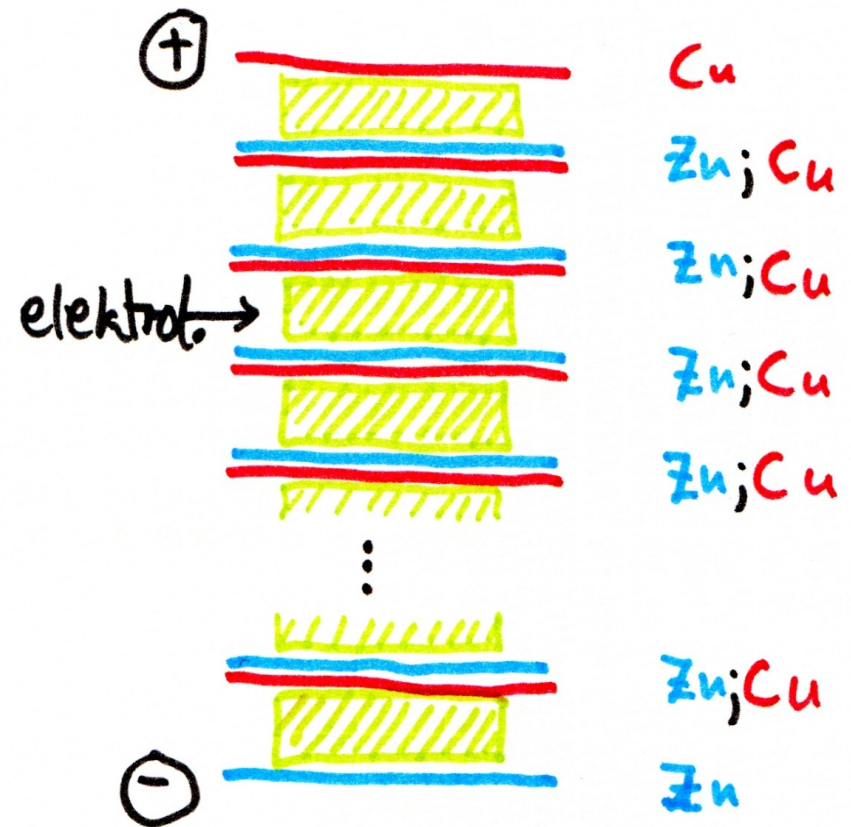
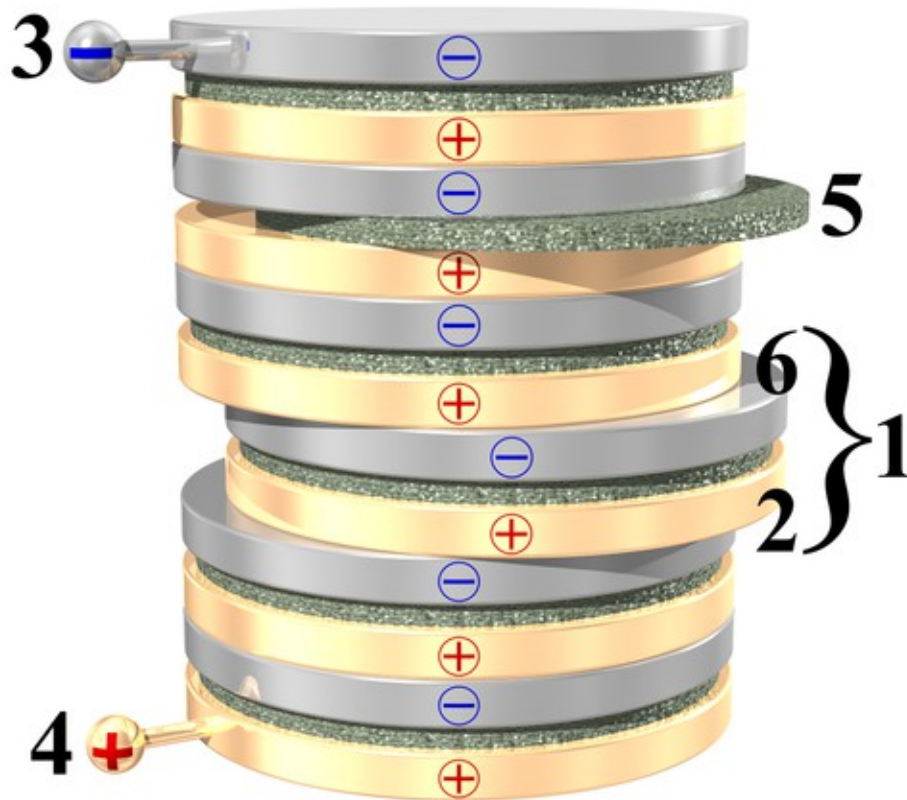
1960: Alkaliska uppladdningsbara NiCd.

1970: Slutna blybatterier.

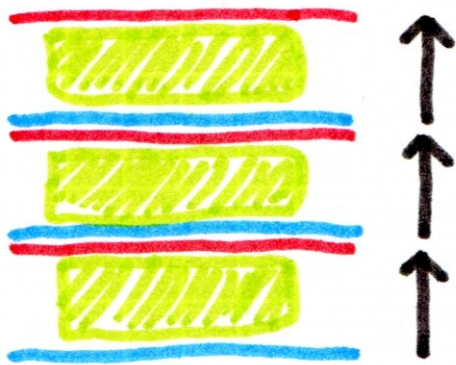
1990: Nickel/metallhydrid-batterier.

1990: Litiumbatterier.

Voltas stapel

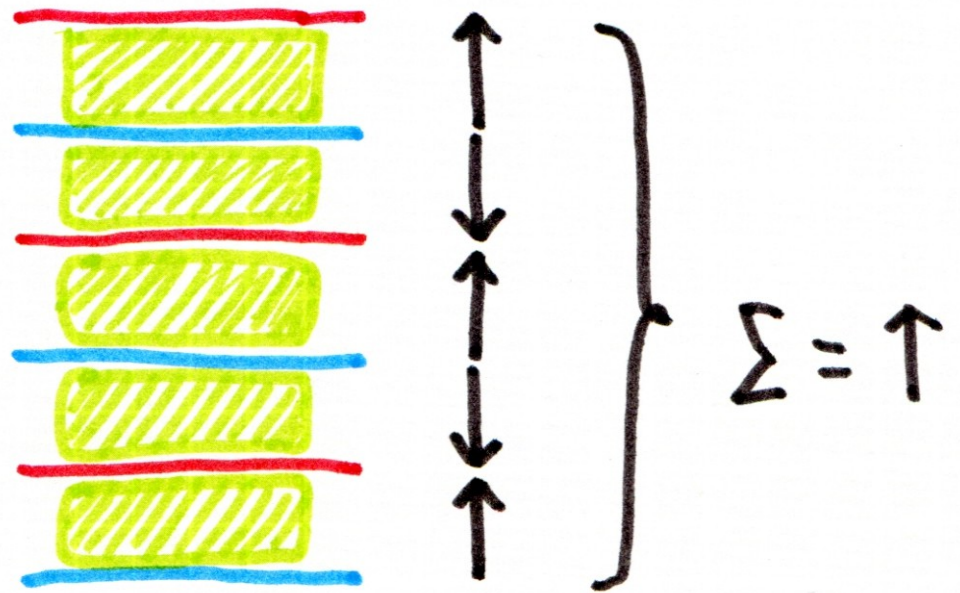


Seriekoppling

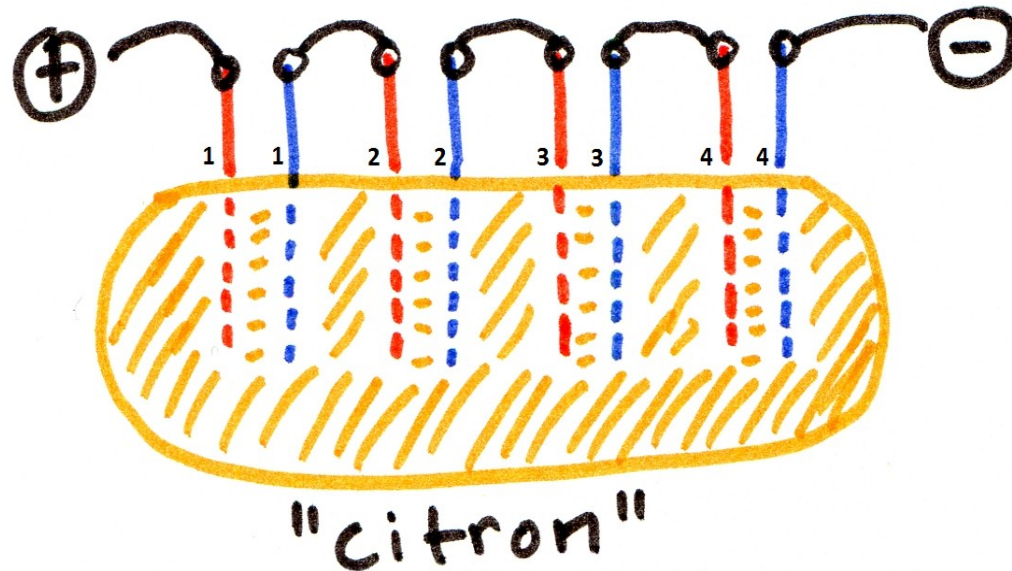
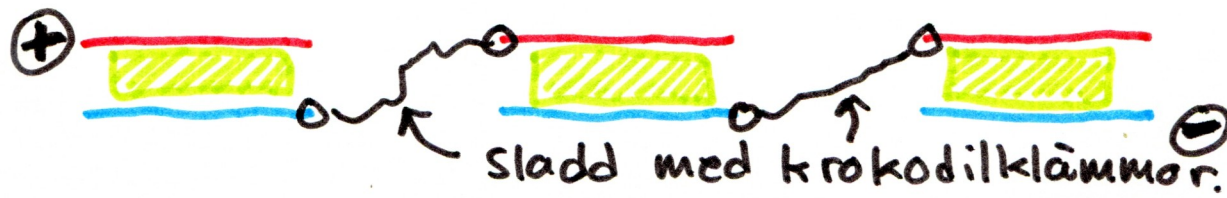


$$\Sigma = 3 \cdot \uparrow =$$

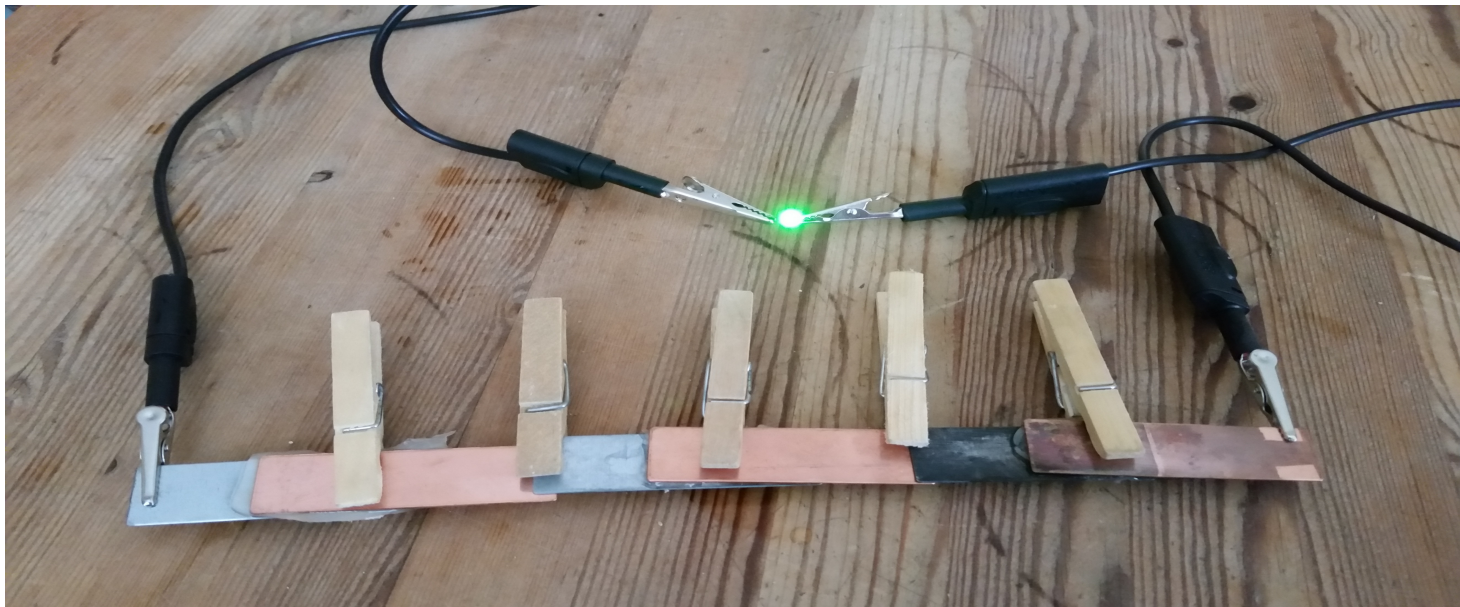
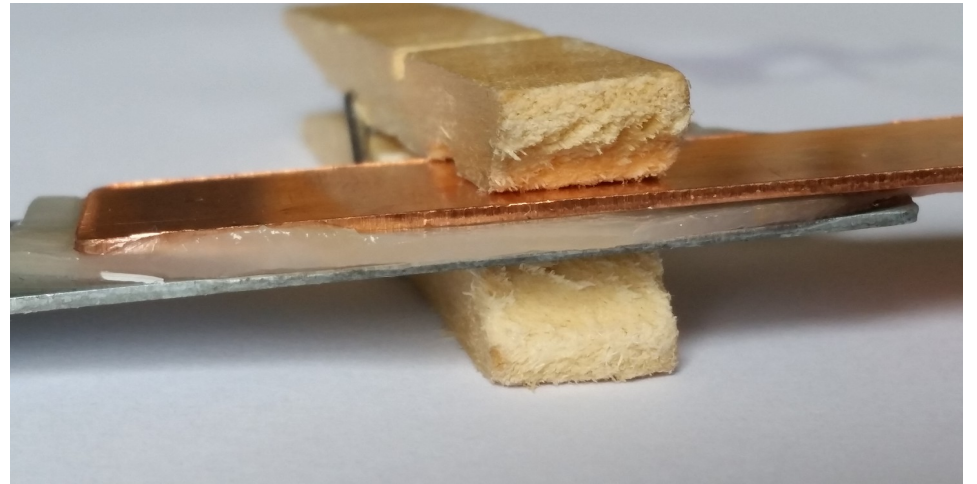
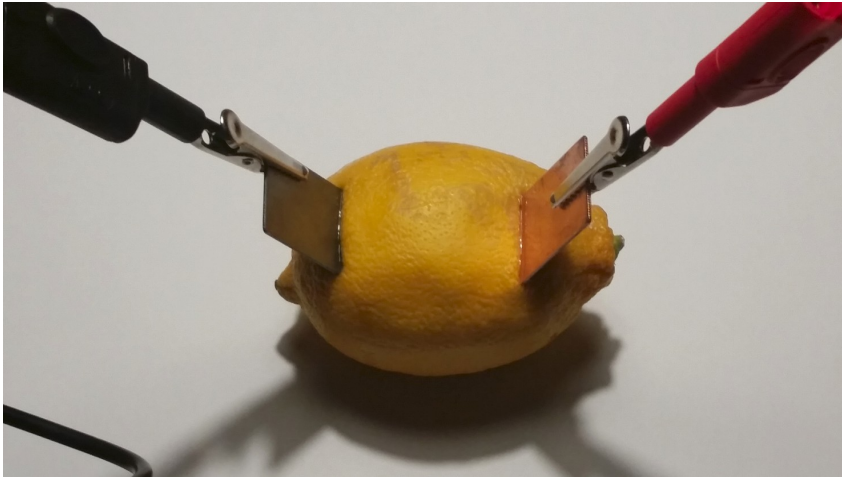
(Korrekt
serie-koppling.)



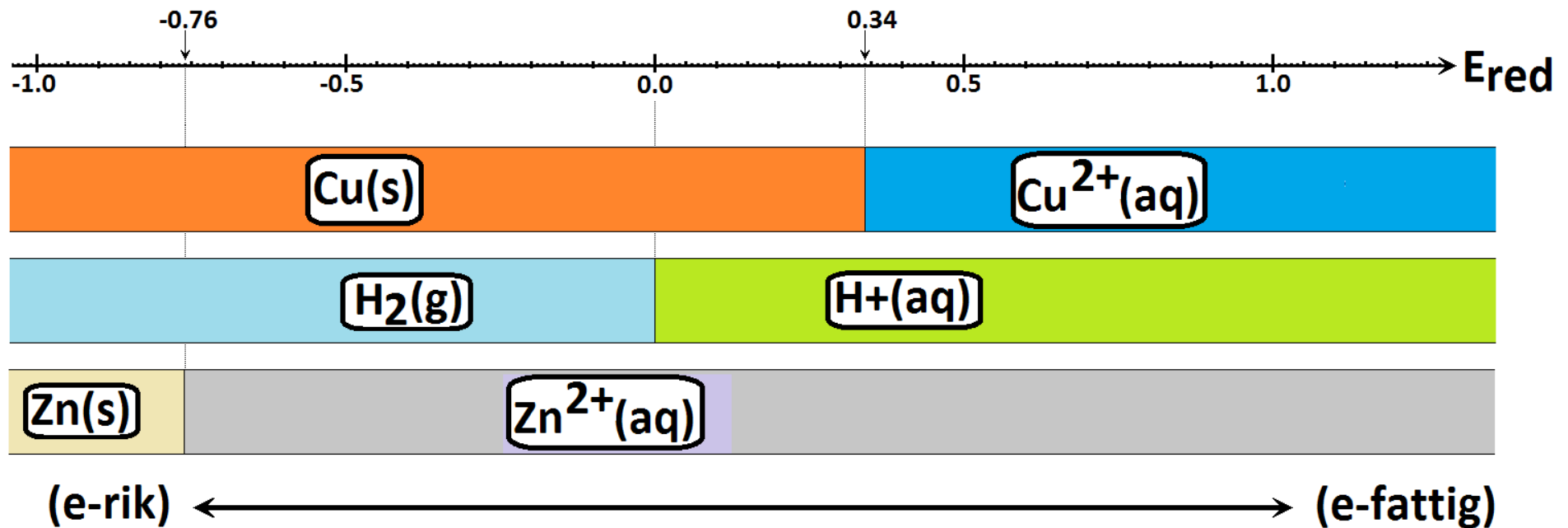
Rätt och fel igen...

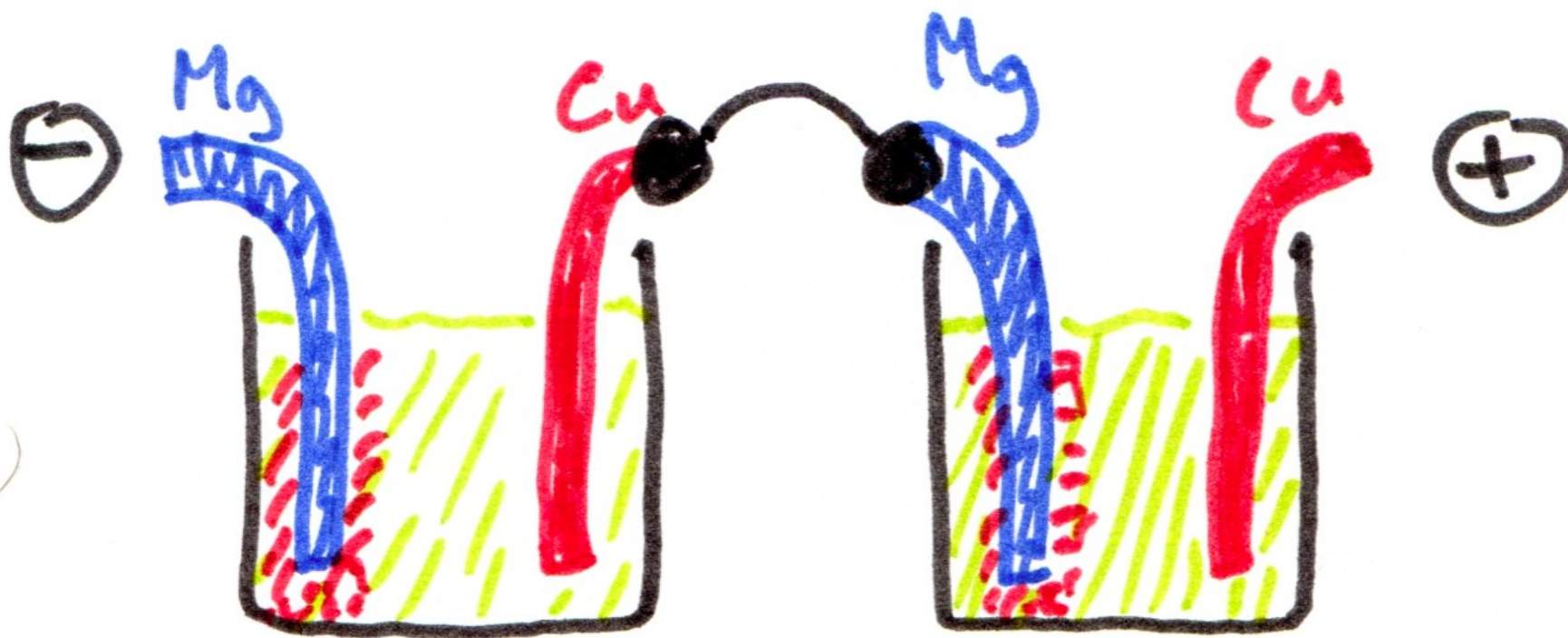


Citron, ingefära-batteriet

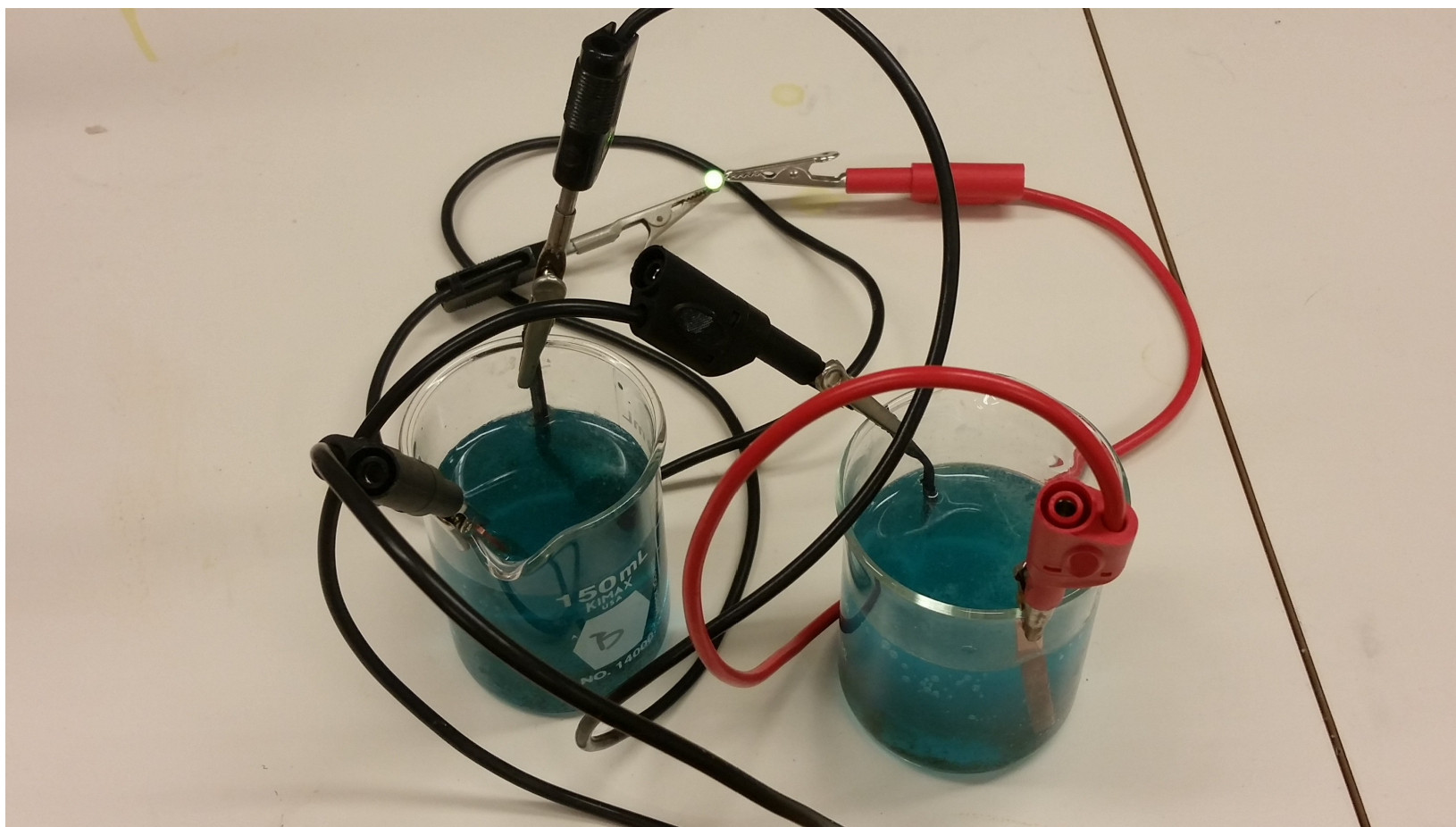


Citron, ingefära, gurka, Volta,...
cellspänning $\approx 0.7\text{-}0.8\text{ V}$





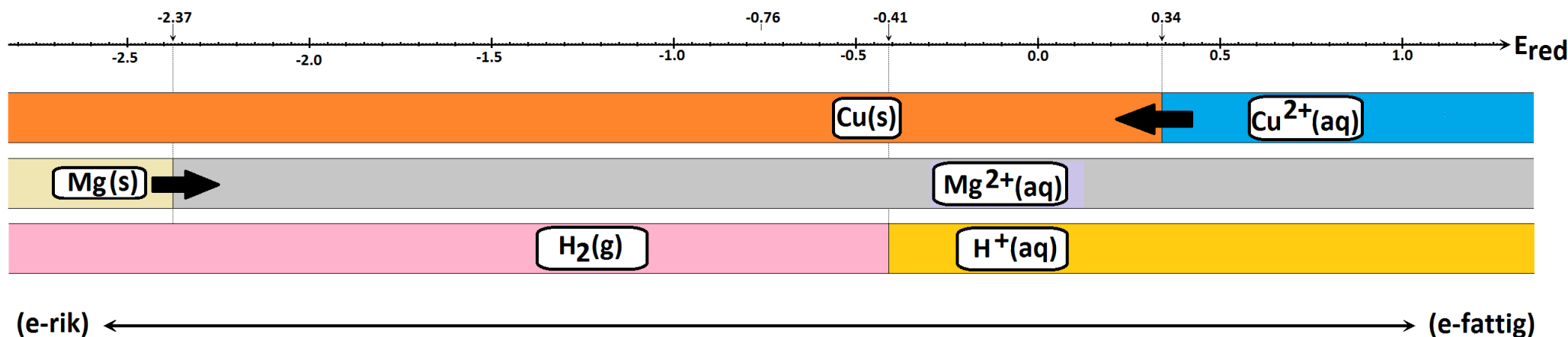
2 st. $\text{Mg}/\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ celler $\rightarrow 2.8 \text{ V}$



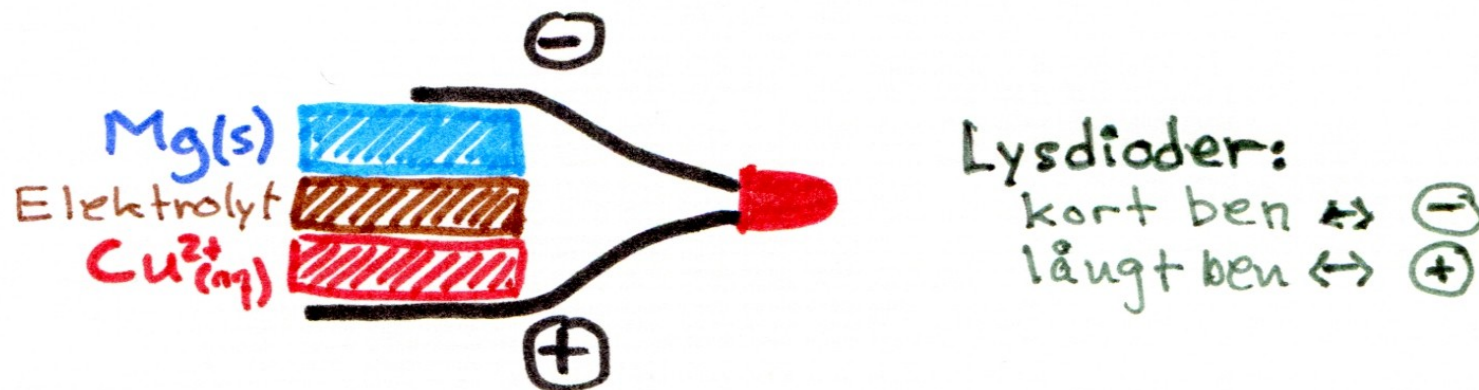
Mg(s) i $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$

Lokalt element:

- $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu(s)}$
- $\text{Mg(s)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$
- Cu(s) fastnar inte på Mg(s) utan faller av som pulver. Mest bildas $\text{Cu}_2\text{O(s)}$...

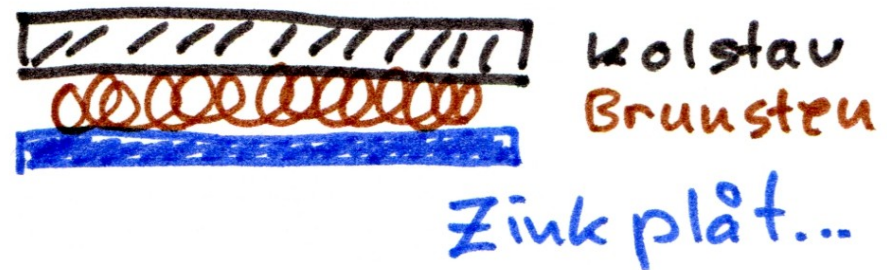
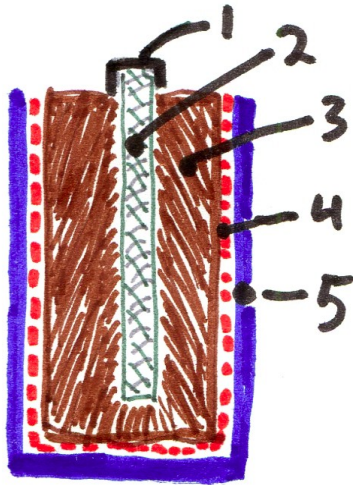


Minibatteri enl. Eggen och Skaugrud



- (-) Mg(s) oxideras till $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Mg(OH)}_2(\text{s})$, ?
- (+) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ reduceras till Cu(s)
- Elektrolyt: $\text{Na}^+(\text{aq})$; $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- Vad blir skillnaden med silver, $\text{Ag}^+(\text{aq})$?

Brunsten-(MnO₂)-sbatteriet



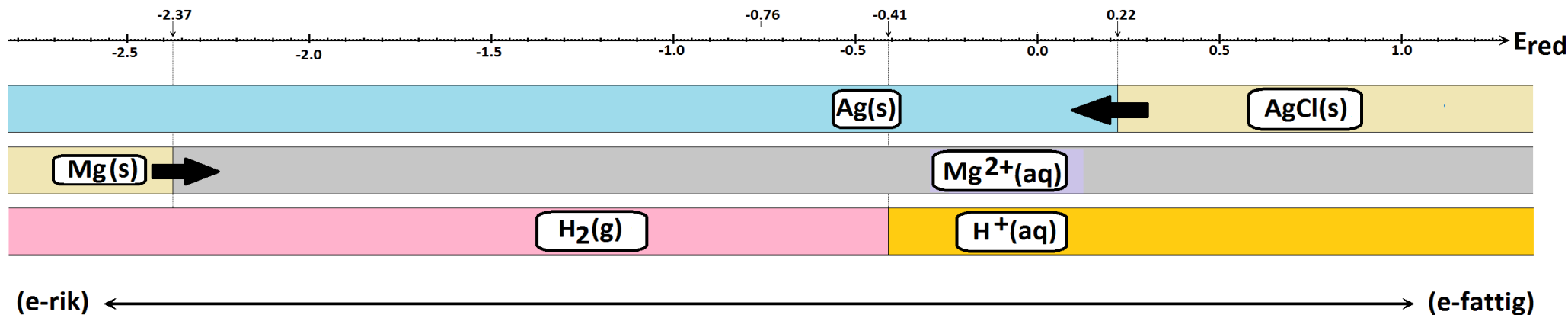
- $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- $\text{MnO}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$
- $\text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
- $\text{Zn}(\text{s}) + 4\text{NH}_4^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq})$
- $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{e}^-$
- Och flera andra reaktioner, komplicerad kemi...

AgCl/Mg-batteriet

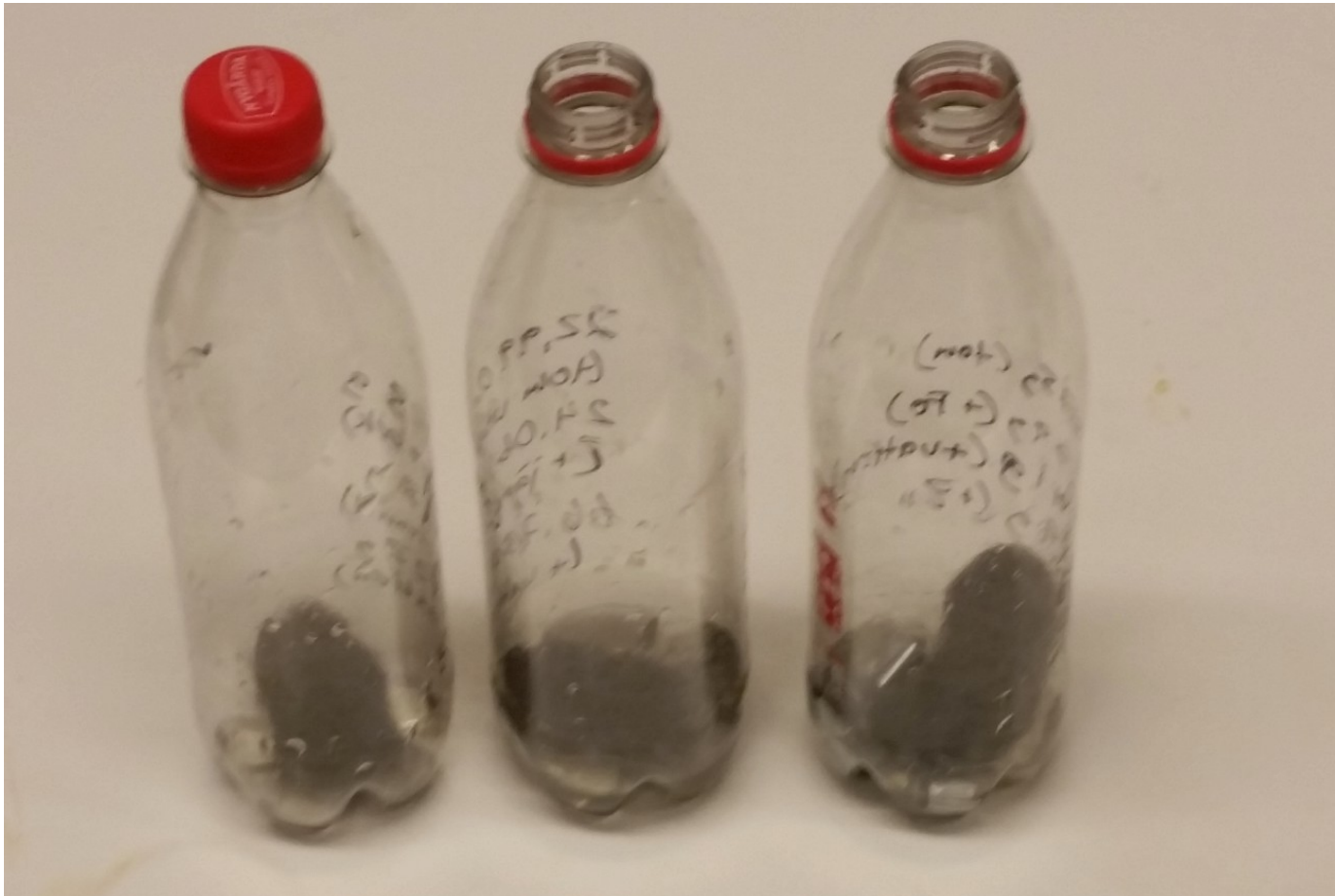
- Nödbatterier i flytvästar på flyget.
- Aktiveras av havsvattnet!
- Används också i torpeder.



- $\text{AgCl} \rightarrow \text{Ag(s)} + \text{Cl}^-(\text{aq})$
- $\text{Mg(s)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$



Korrosion, rost, ...

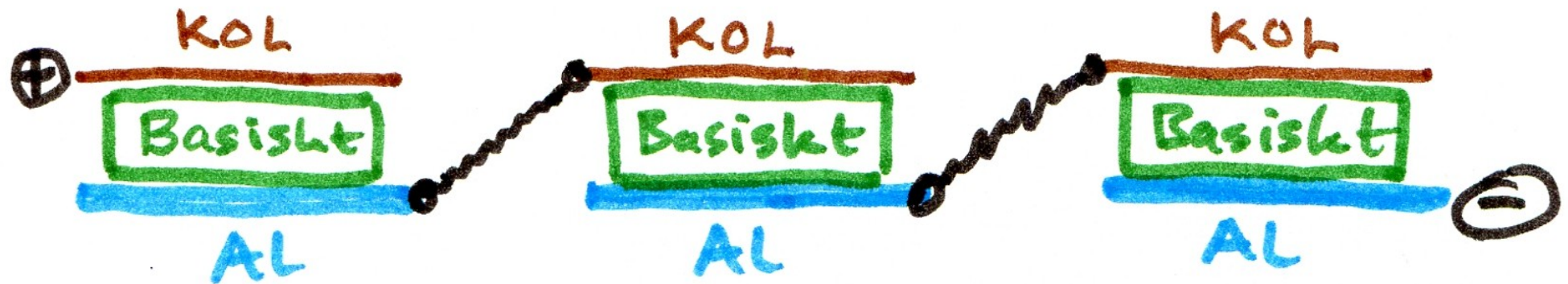


Al - luft eller Al - vatten

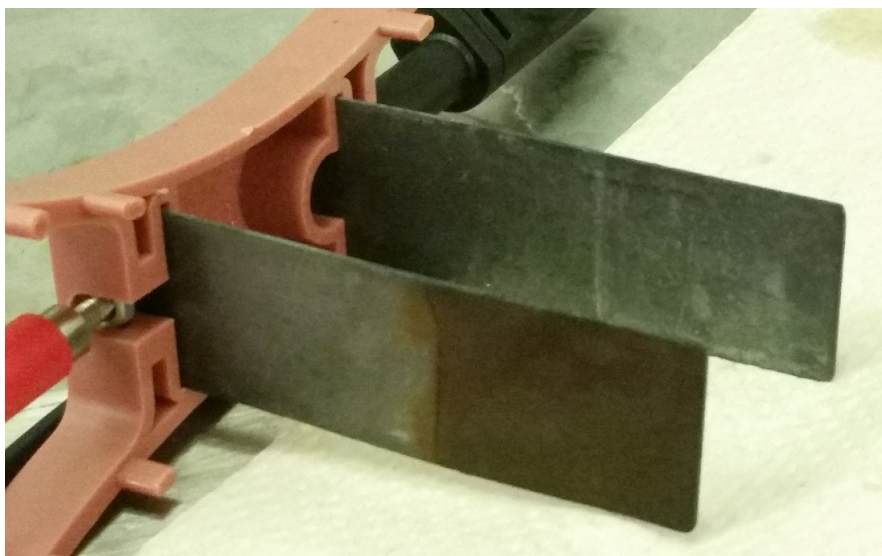
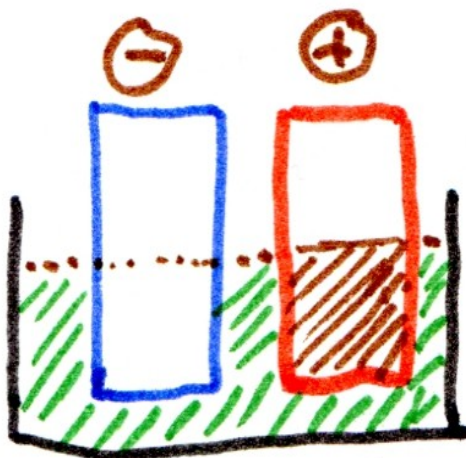
- Al oxideras till Al(III).
- Elektrolyten måste vara jonledande...
- $O_2(g)$ eller $H^+(aq)$



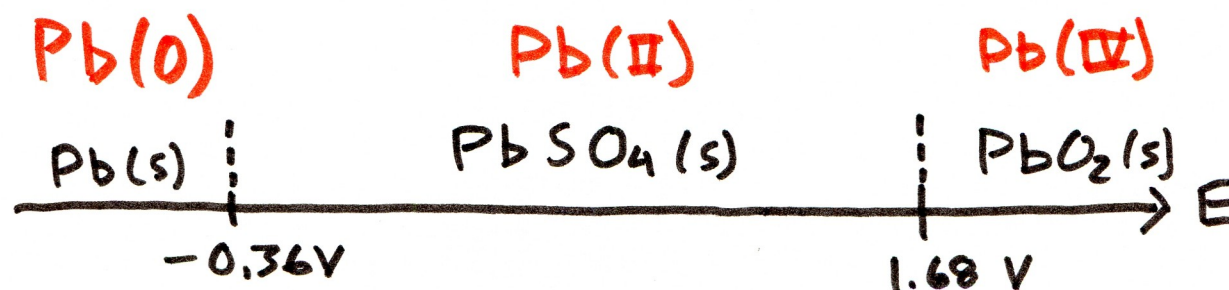
Seriekopplade Al-celler ($\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ som elektrolyt)



Svavelsyra/Bly-batteriet

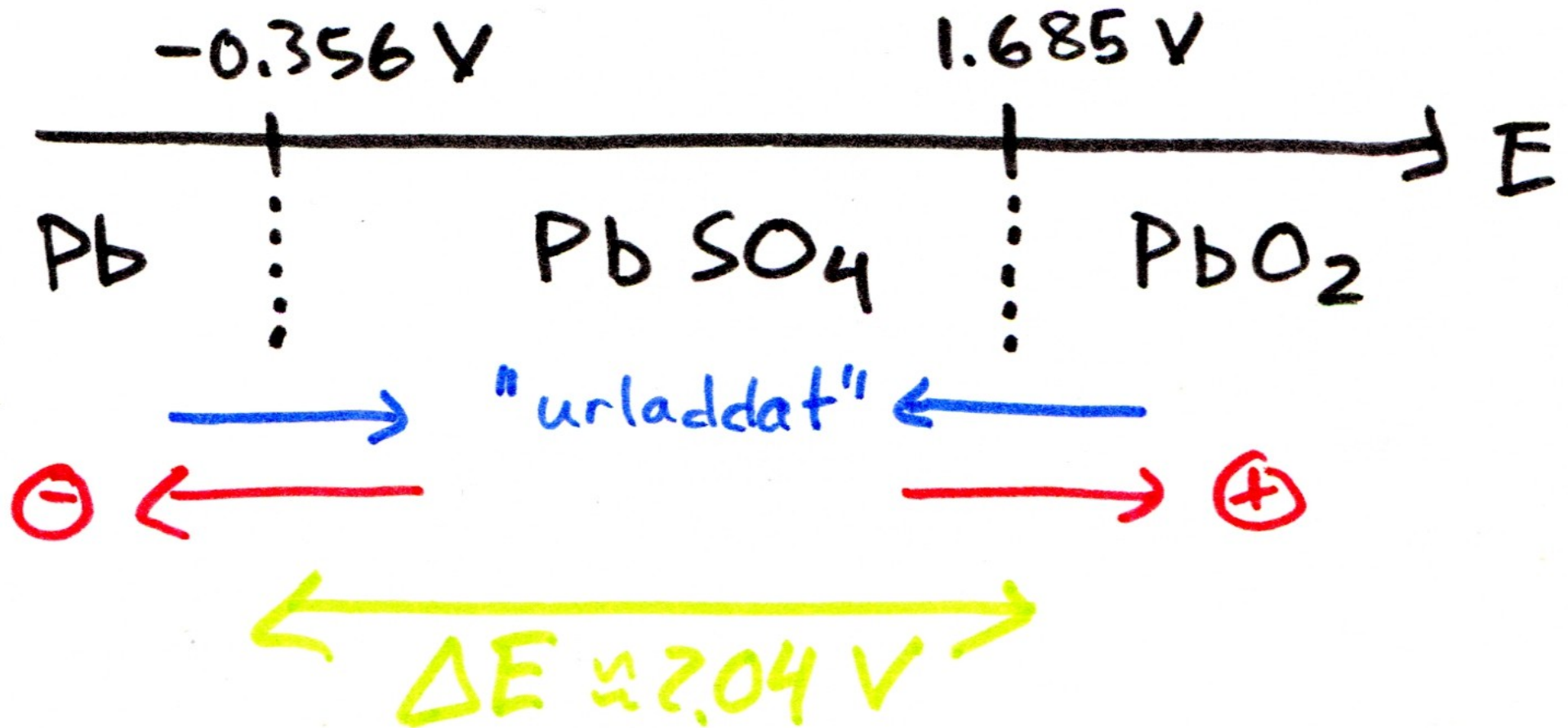


Blybatteri under laddning, ca 2V



- (+) $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{PbO}_2(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
- (-) $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- $2\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{PbO}_2(\text{s}) + \text{Pb}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
- **URLADDAT** $\leftrightarrow$ **LADDAT**
- Vatten har lägre densitet än svavelsyra!

Enkelt förekomstendiagram för ett blybatteri.



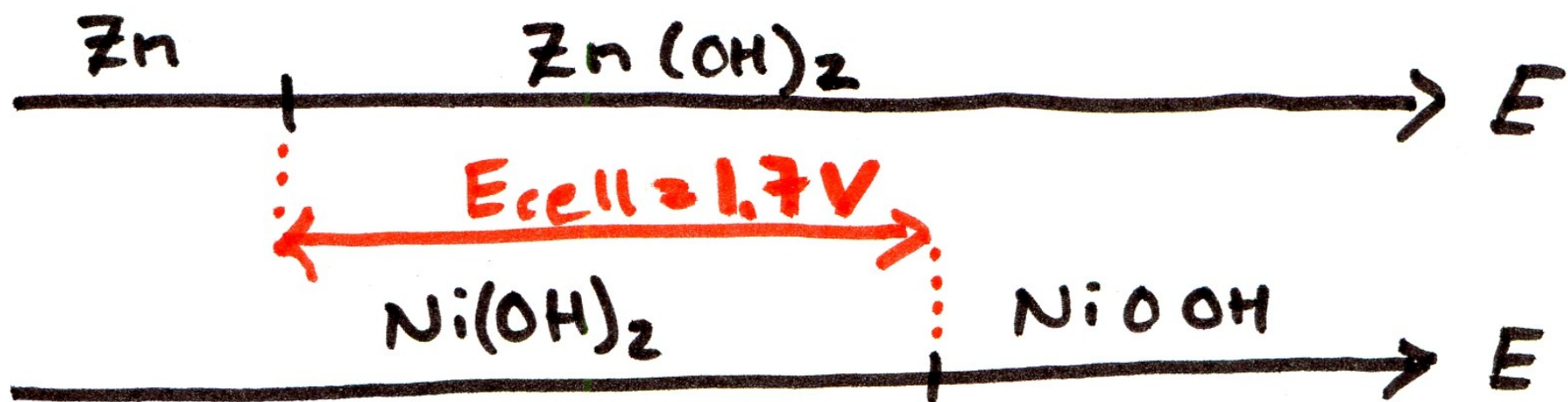
Andra laddningsbara batterier

- Ni-Cd (Bra, dyrt, Ni CMR-klassat, Cd är giftigt)
- Ni-MeH [Me=LaNi₅] (Bra, dyrt, Ni CMR-klassat, ?)
- Ni-Fe (billigare, bra?, fortfarande problem med Ni, lite dåligt rykte?)
- **Bränsleceller (Al, metanol, H₂, ...)**

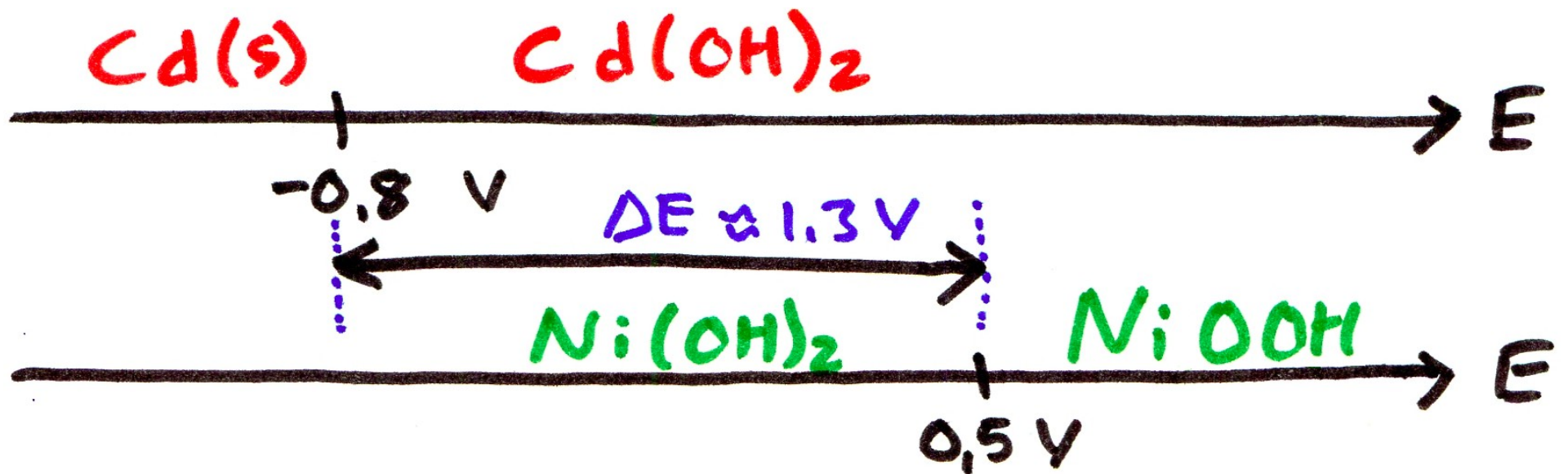
Finns både stora och små, men har ett rykte att vara dyra och exklusiva. Kommer nog delvis att ändras...

- Dieselmotor – 35 % verkningsgrad, resten värmeförluster
- Bränslecell och elmotor – 70 % verkningsgrad.

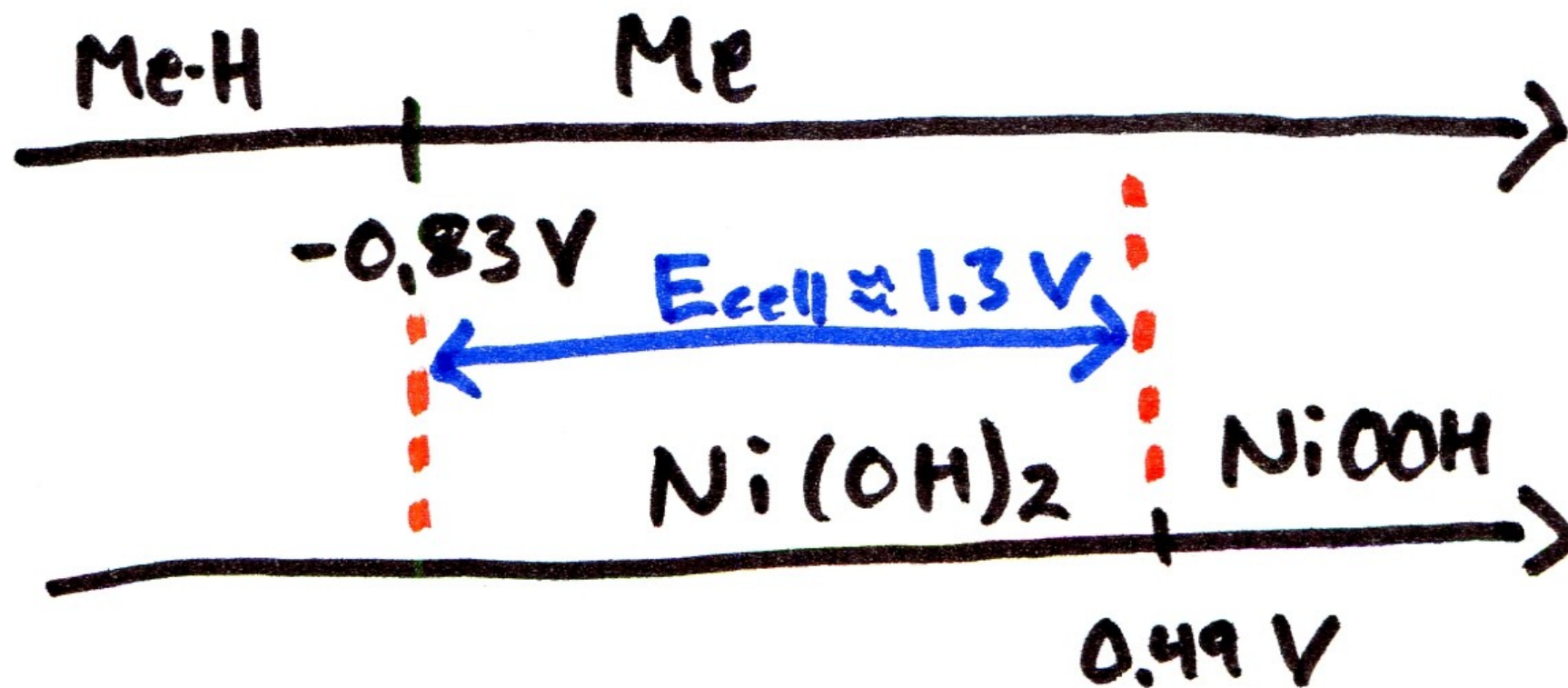
$\text{Zn(s)}-\text{NiOOH(s)}$



Kadmium-NiOOH



MeH-NiOOH



“Energi”-lagring

- Laddningsbara batterier.
- Elektrolys av vatten → Vätgas som senare kan förbrännas och ge värme, ljus eller ström.
- Superkondensatorer, laddas ↔ urladdas.
- Vatten lagras på hög energinivå, senare kan det tappas av via en turbin, generator m.m.
- Skog, biomassa växer, absorberar CO₂, förbränns senare.

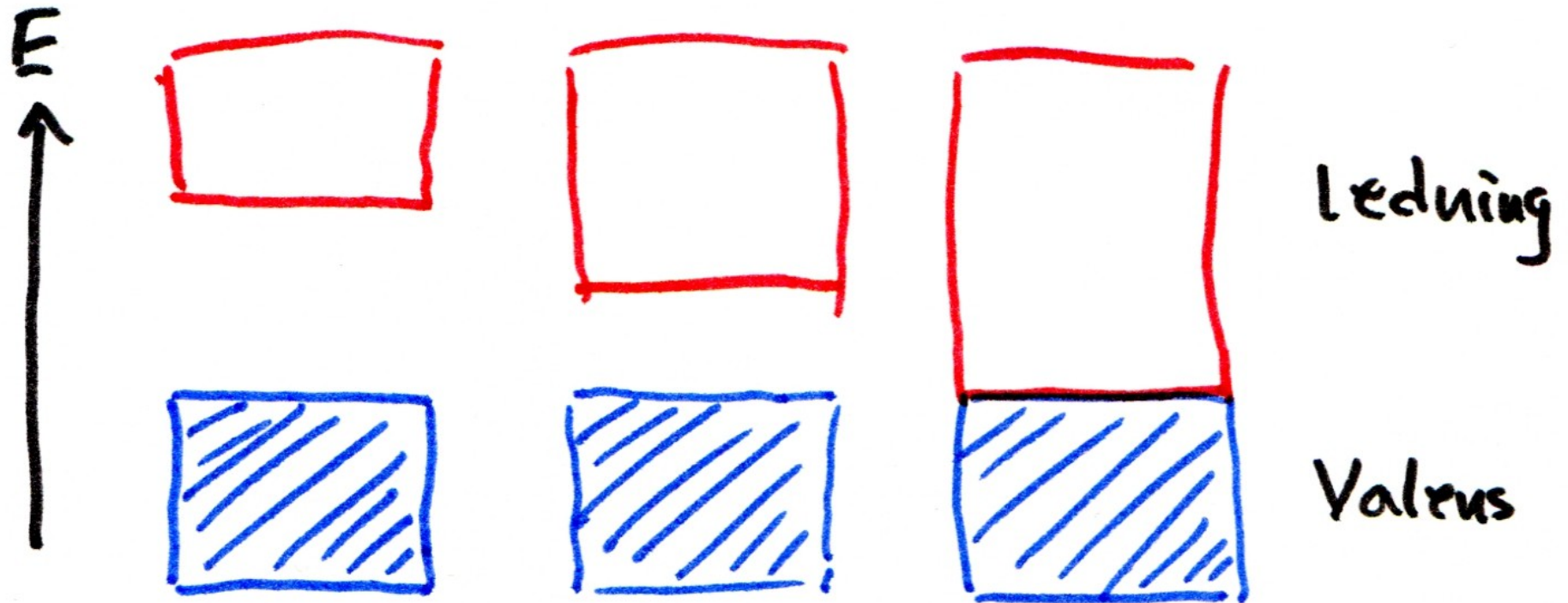
Solceller

- Fångar soljuset och höjer energinivån...
Exempel: växter av olika slag, fotosyntes.
- Ljus → elektrisk ström.

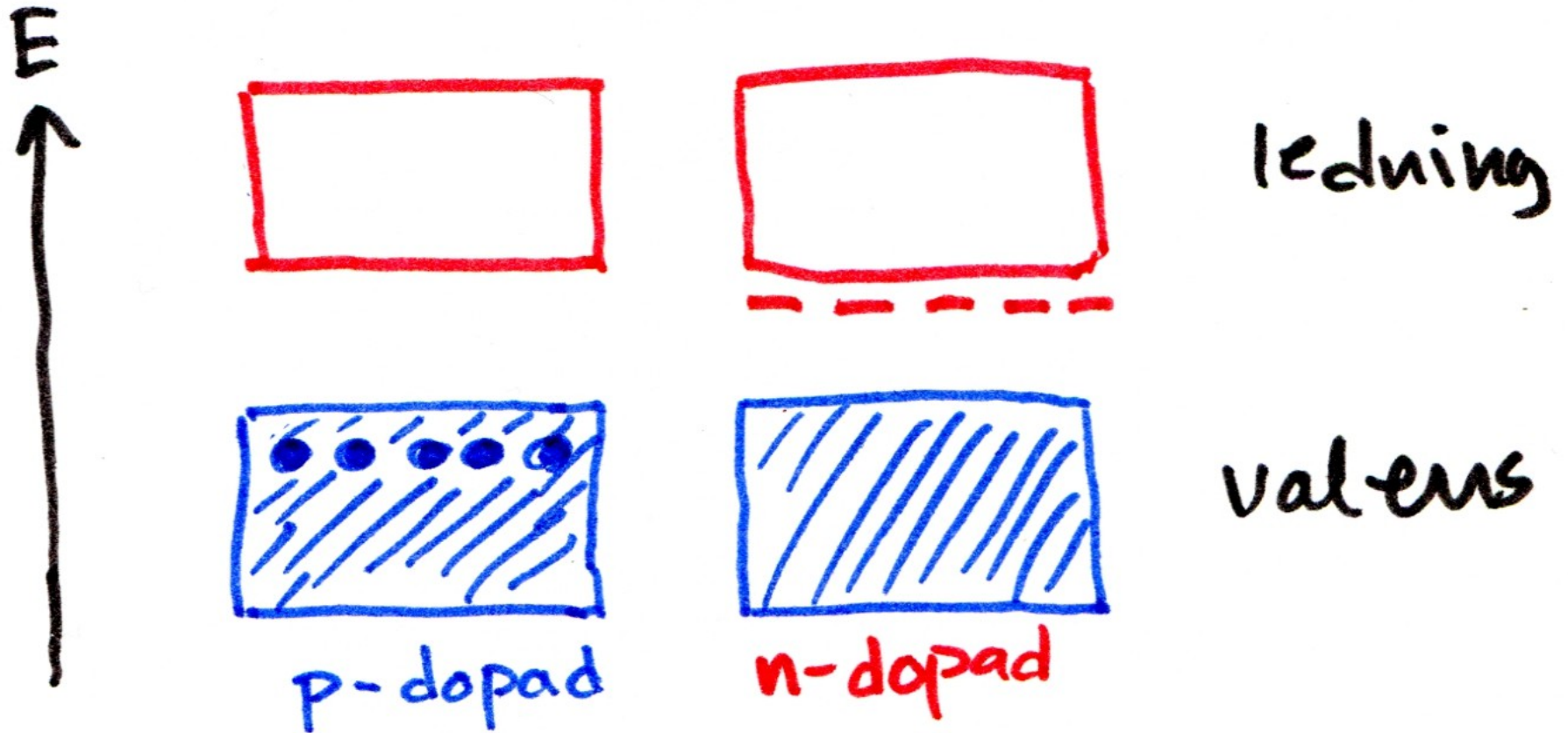
Ofta menas dock en mer direkt koppling....

- Halvledare, kisel, dyra(?)
- Andra halvedare: Titandioxid+färgämne
- Grätzelceller, enkla, billiga(?)

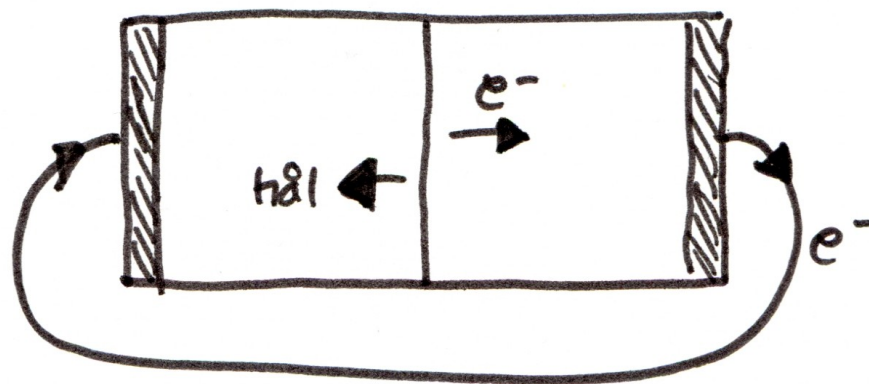
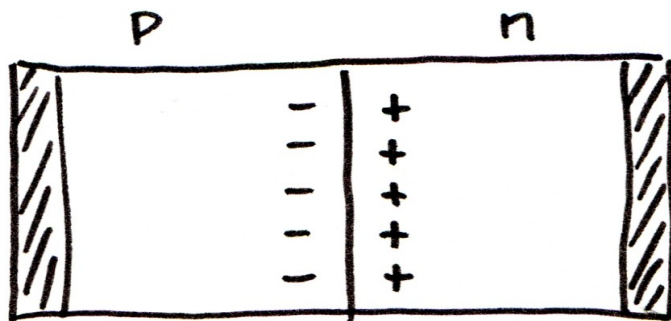
Solceller – halvledare – elektroner



Halvledare - doping



p-n-övergången



Grätzelcell

- Solcell baserad på TiO_2 (halvledare?)
- Ett färgämne fångar in ljus och exciteras.
- Överför elektronen till TiO_2 .
- Färgämnet blir plusladdat.
- Elektronen flyttar via en yttre ledning till motelektroden, där den åter träffar det plusladdade färgämnet.