

Fortbildning i elektrokemi för lärare  
i grundskolan och gymnasiet.

**KRC, SU, 160406**

Lars Eriksson, Vivi-Ann Långvik

[Lars.eriksson@mmk.su.se](mailto:Lars.eriksson@mmk.su.se)

[viviann@krc.su.se](mailto:viviann@krc.su.se)

# Aproximativt schema (gammalt)

**09.30 – 10.00** Introduktion, fika, mingel

10.00 – 10.45 (K447) Lite teorier, beräkningar och grafer

11.00 – 12.00 (M306) Lab, elektrokemiska serien, batterier, korrosion

**12.00 – 13.00** Lunch

13.00 – 13.45 (K447) Mer teorier, solceller, uppladdningsbara batterier

14.00 – 15.00 (M306) Lab, solceller och batterier.

15.00 – 15.00 Fika ?

15.00 – 16.00 (K447) Uppföljning av dagens arbete.

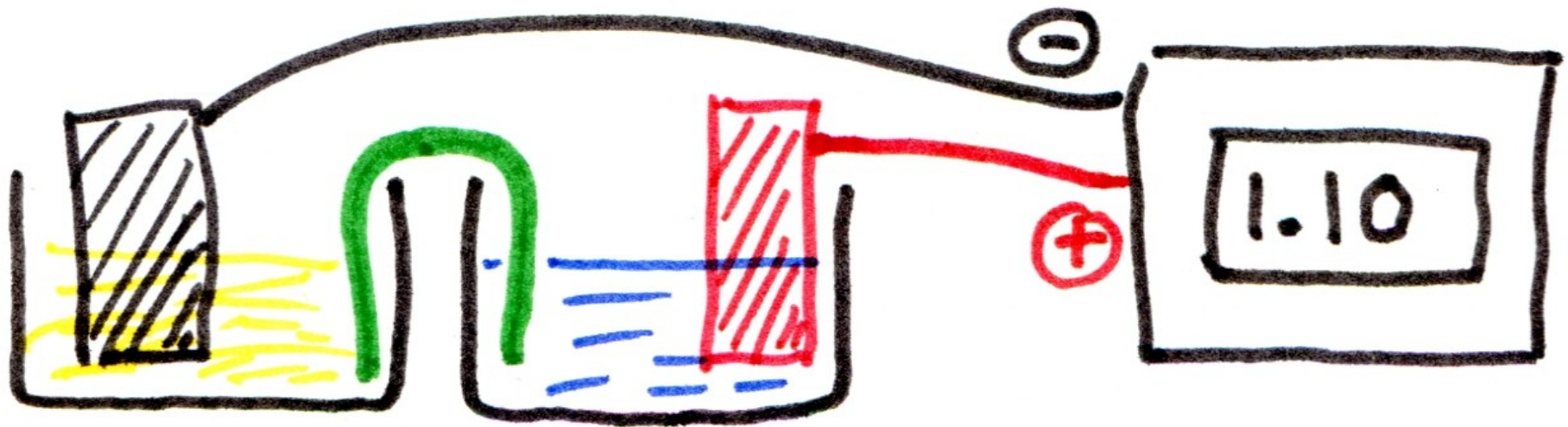
# Kompendiet, version 2...

- Första reviderade 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 mig om önskemål!**

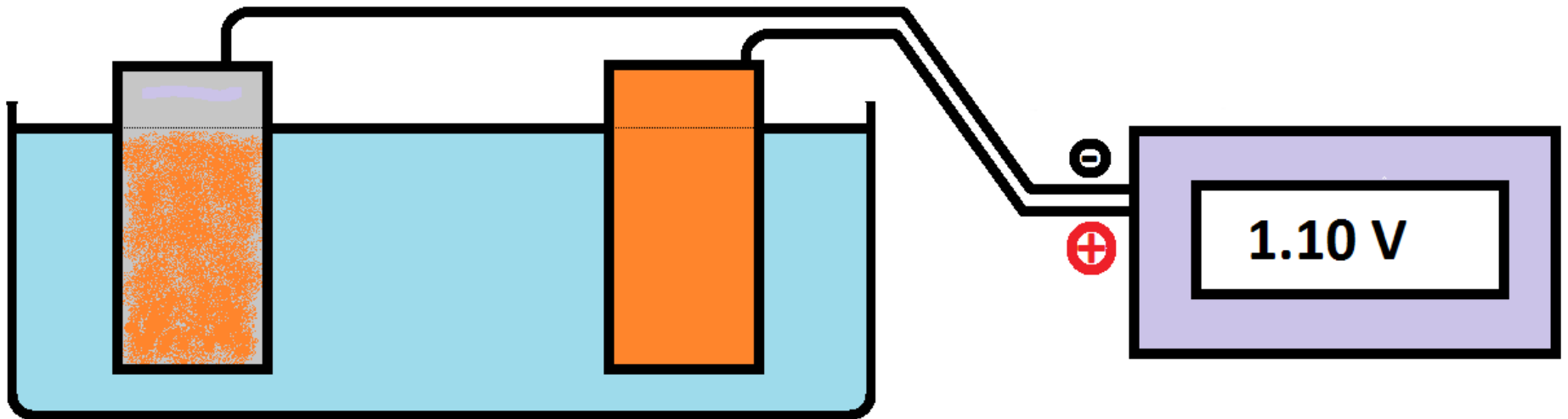
# Experiment ifrån KRCs Info-Brev.

- 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

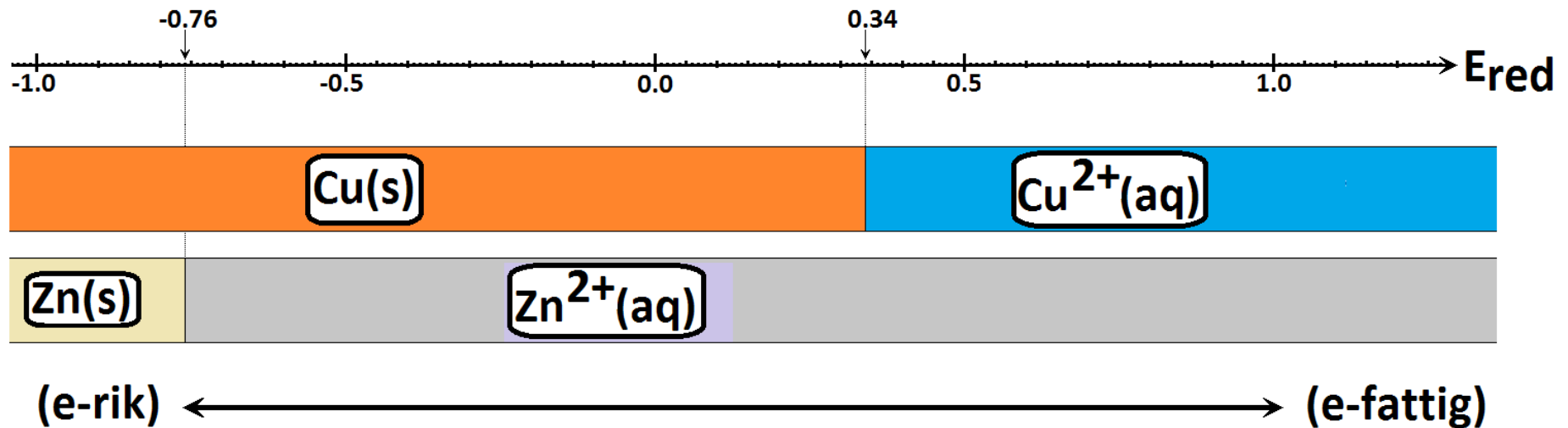
# Halva celler eller Hela celler? t.ex. Zn/Cu-cellen (Daniell)



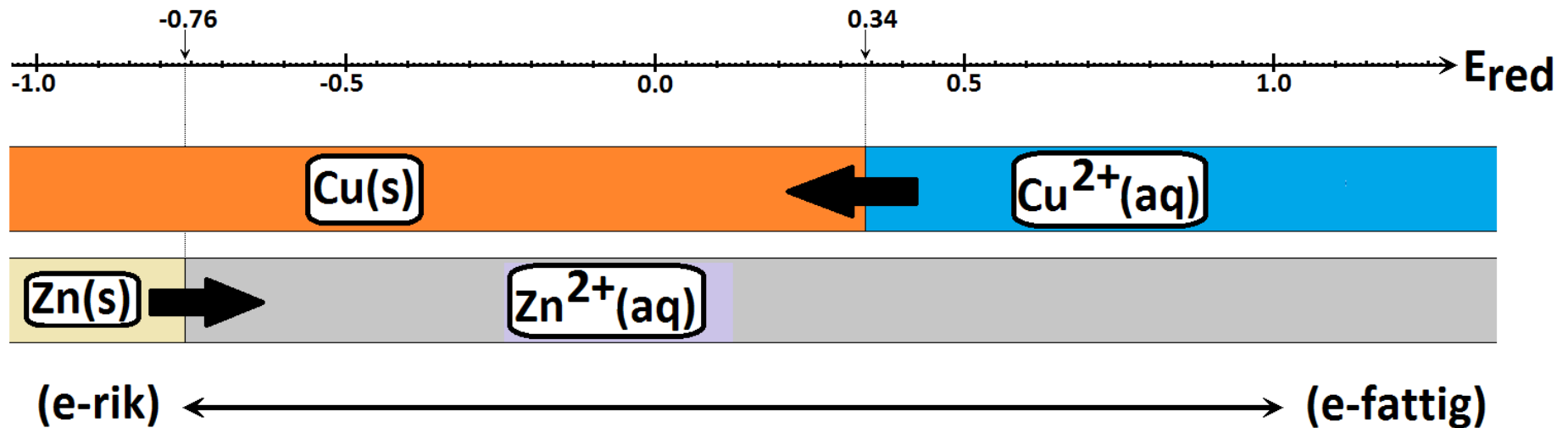
# Olika rum eller samma rum?



# Olika grundämnen – olika redox (reduktionspotential?)



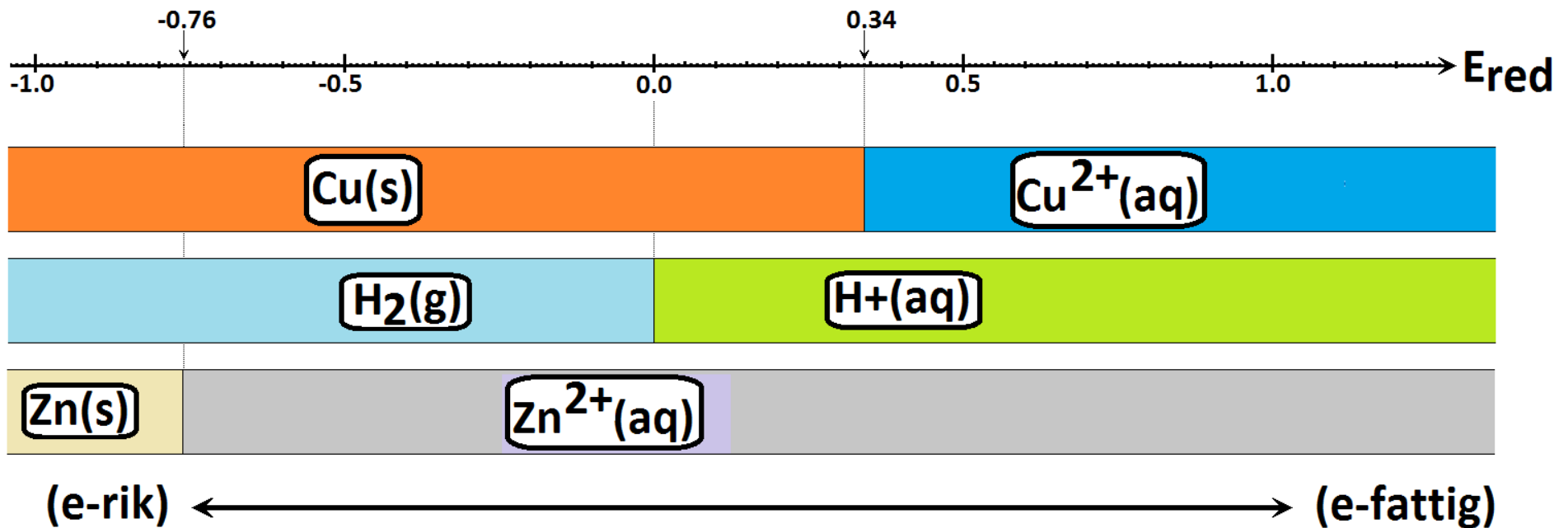
Zn(s) och  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ?  
Zn<sup>2+</sup>(aq) och Cu(s) ?



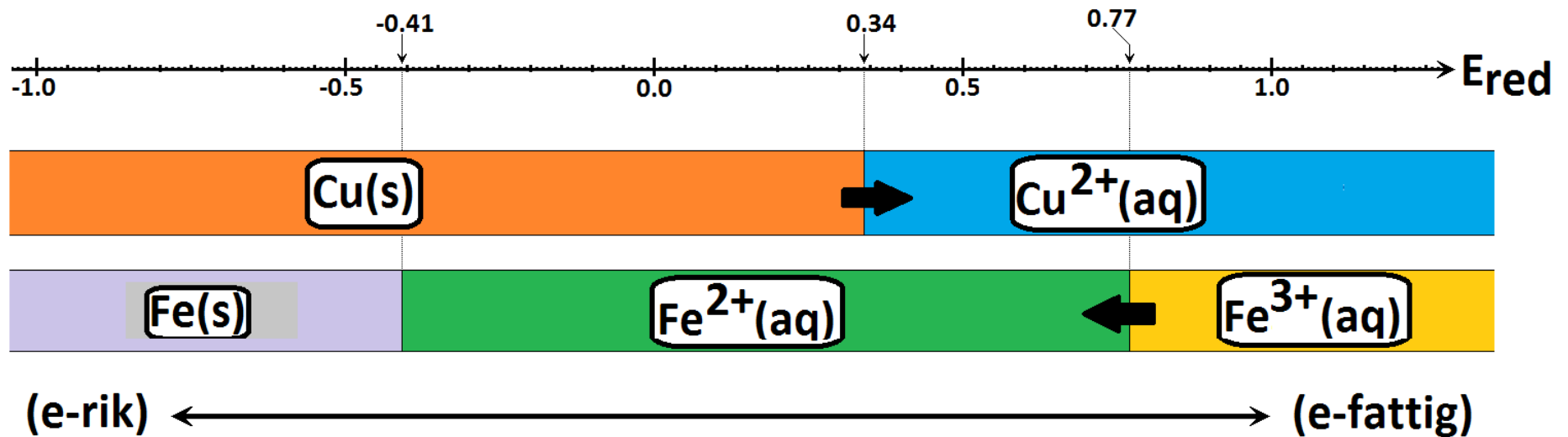


# Relationen till $H^+(aq)/H_2(g)$ ?

## Förhandling: Den sker vid 0 V!

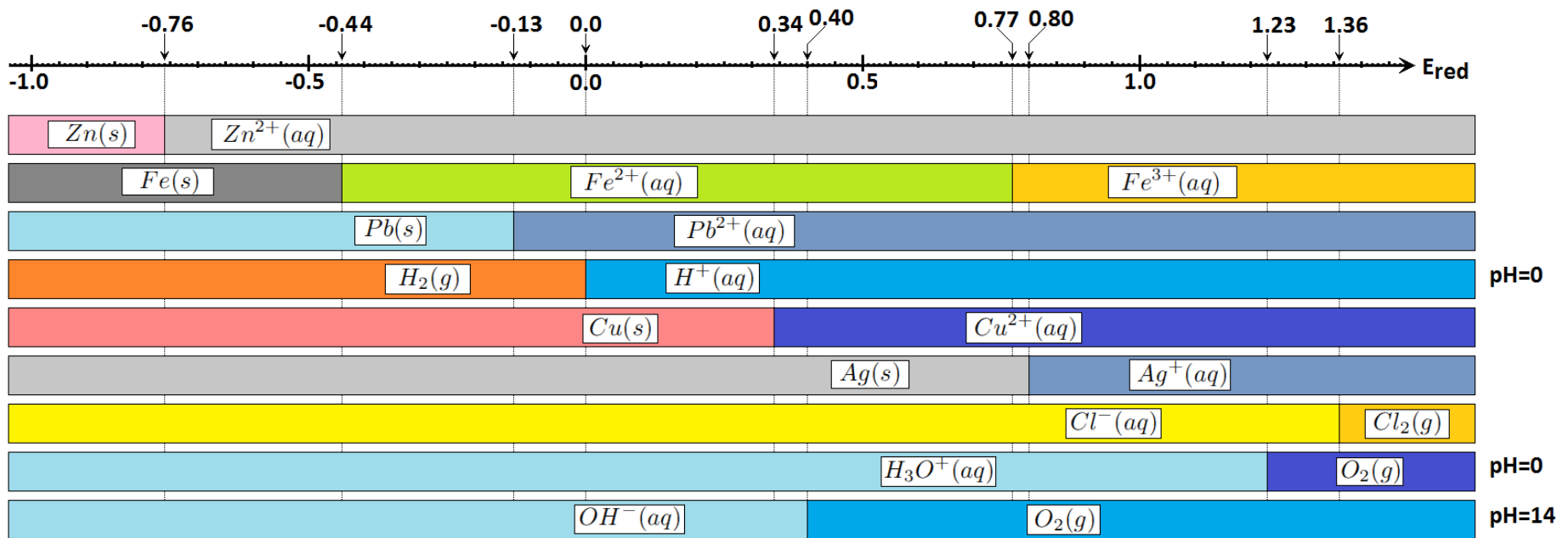


# Etsa kretskort: $\text{FeCl}_3(\text{aq})$ löser $\text{Cu}(\text{s})$ ?

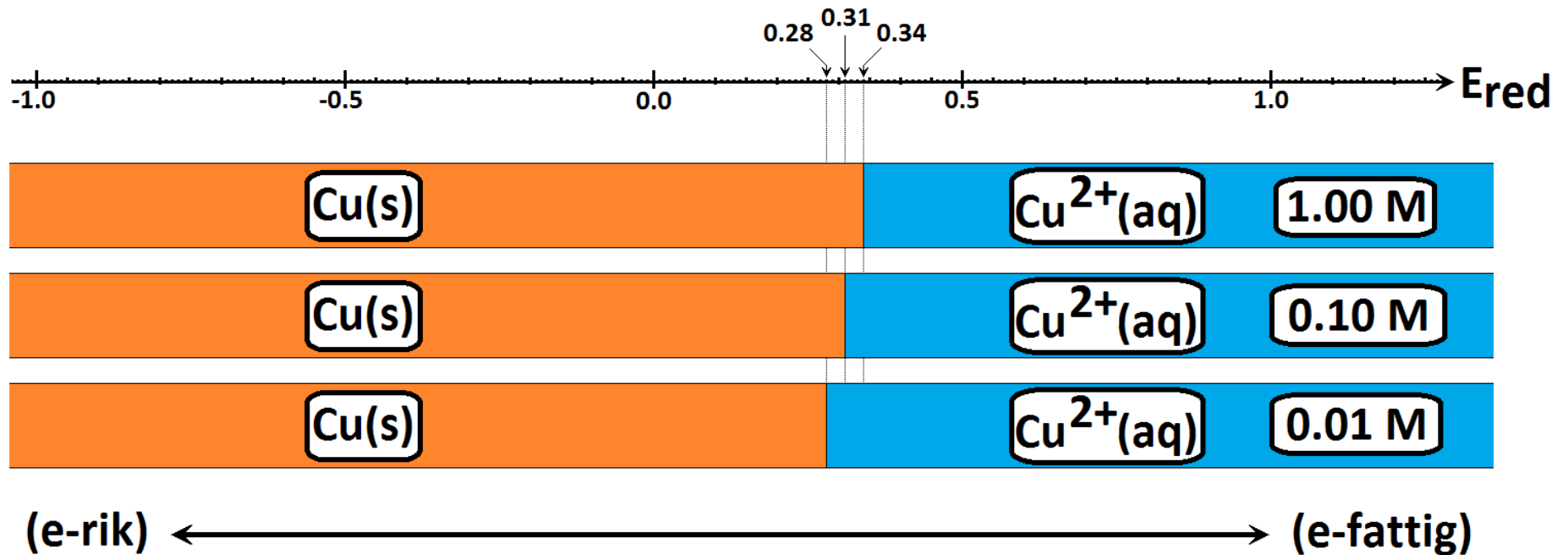


# “Elektrokemiska serien”

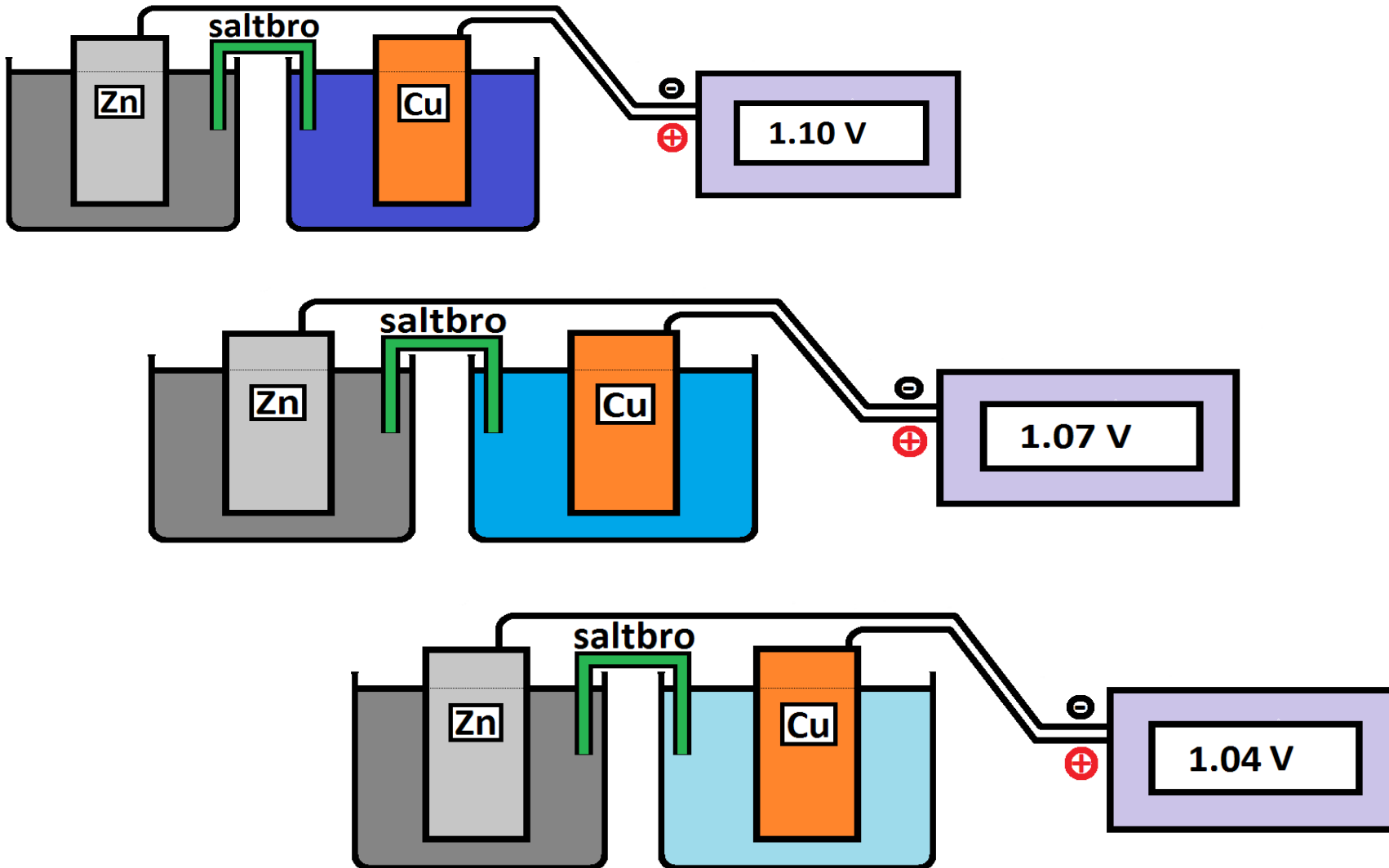
... Zn, Fe, Pb, H, Cu, Ag, O, Cl, ...



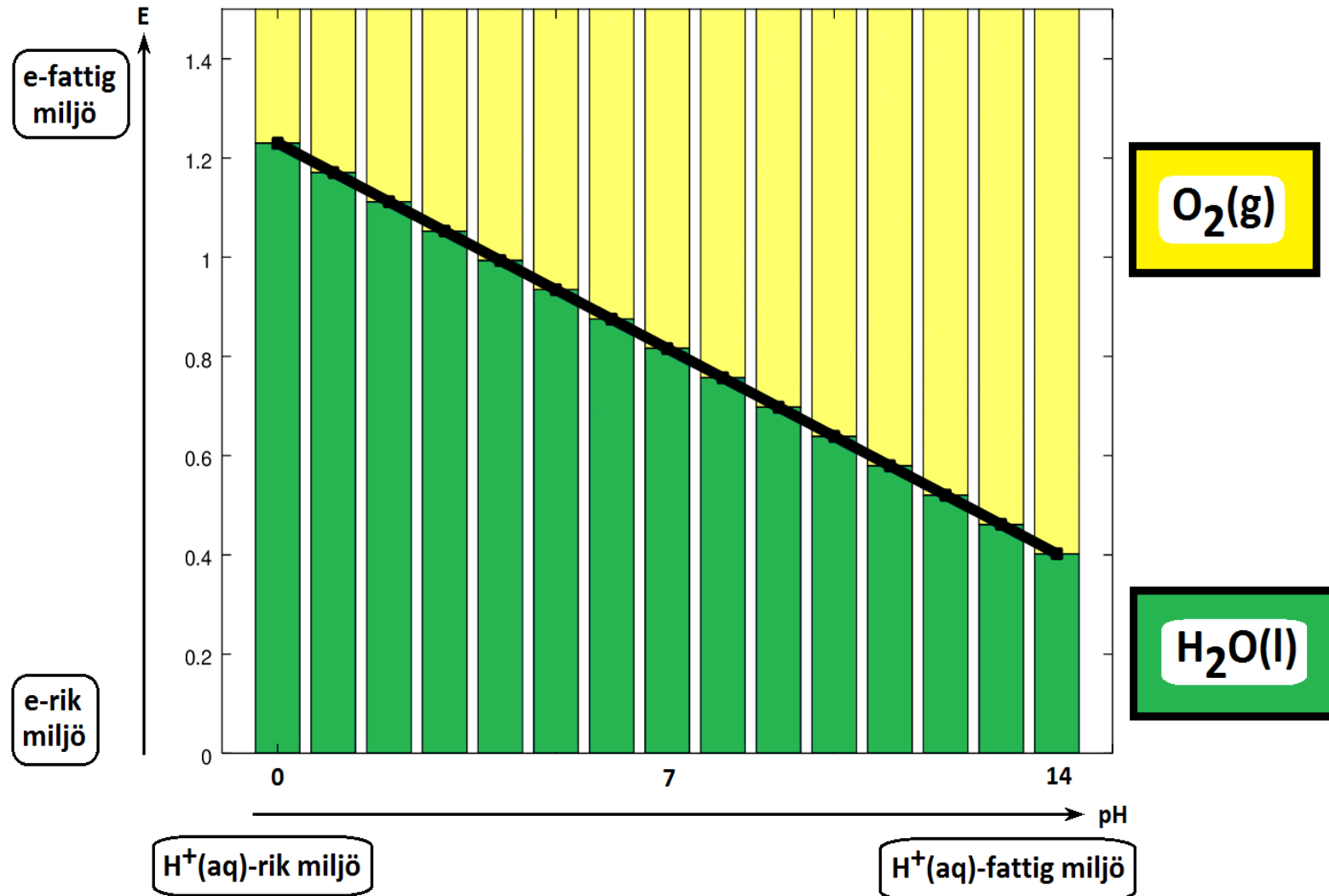
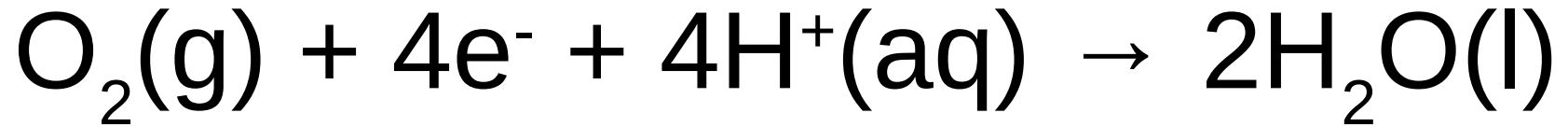
# Potential - koncentration



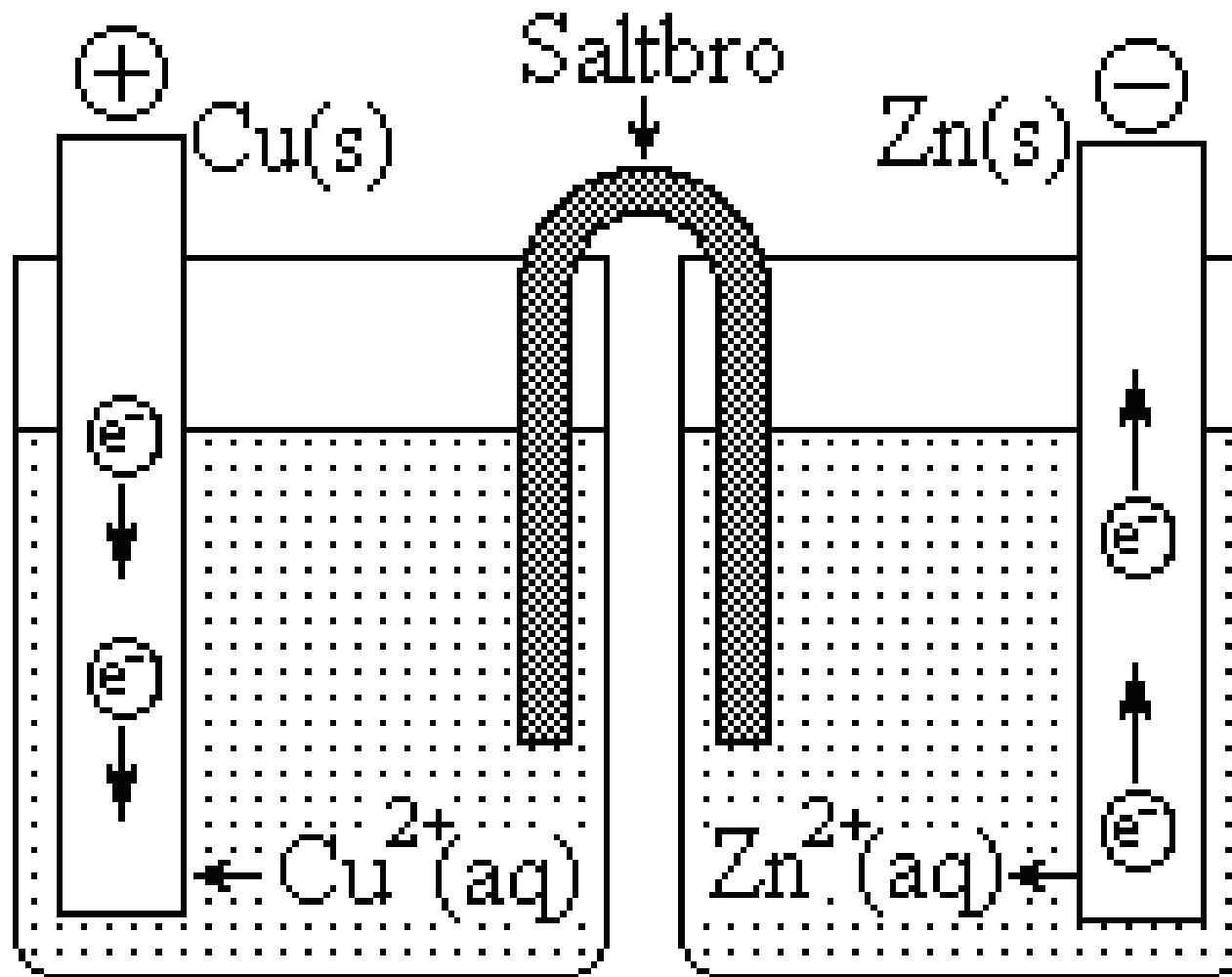
# Olika koncentration igen



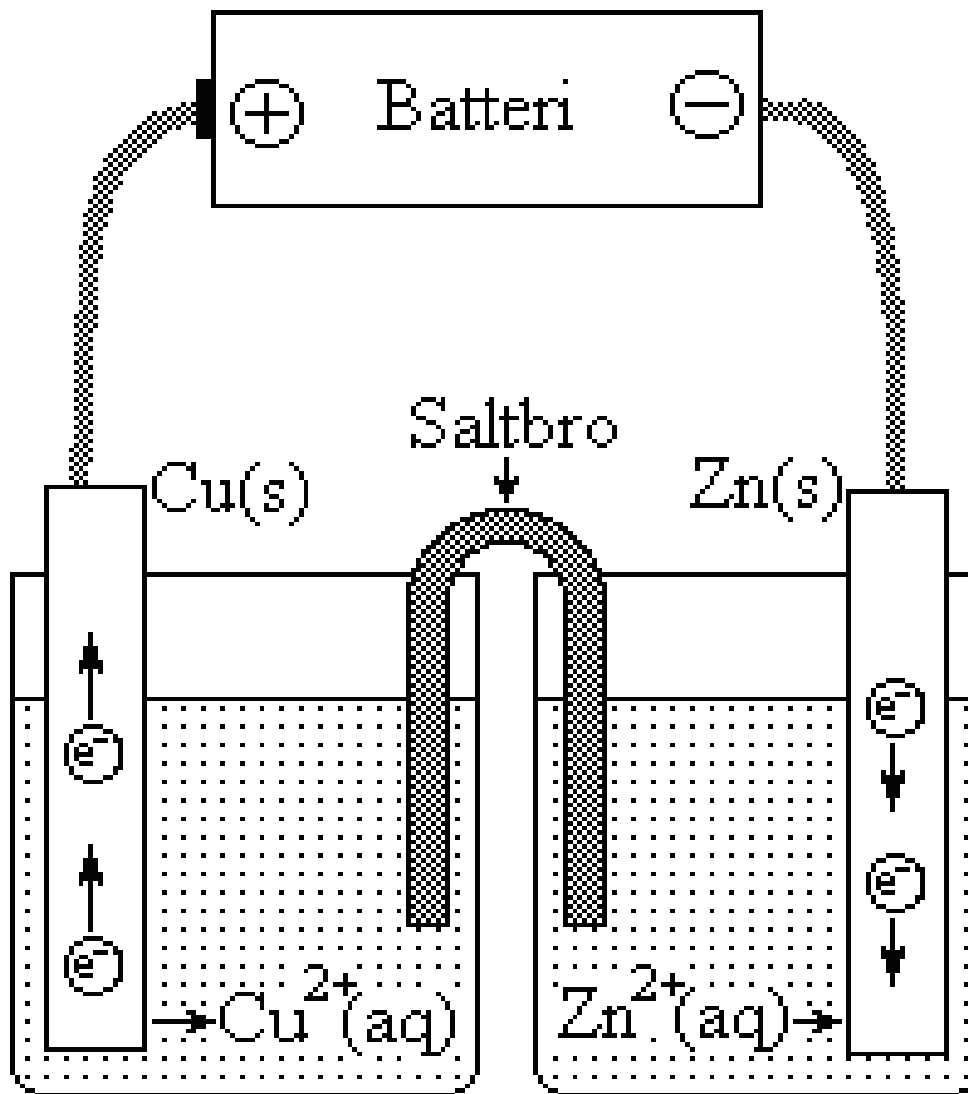
# pH-beroende:



# Galvaniskt element



# Elektrolyse

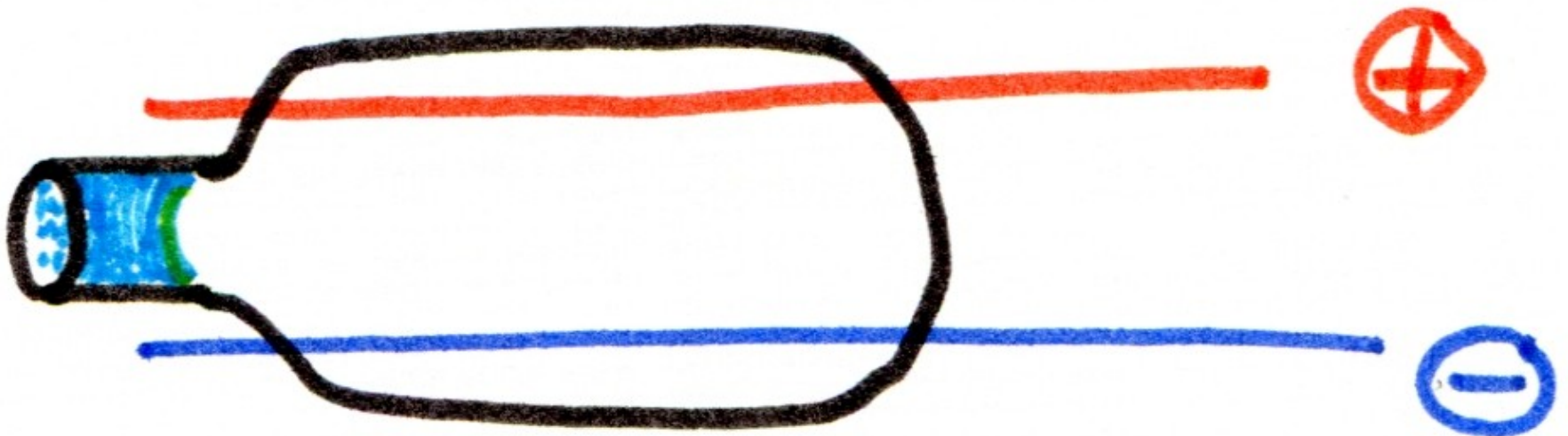




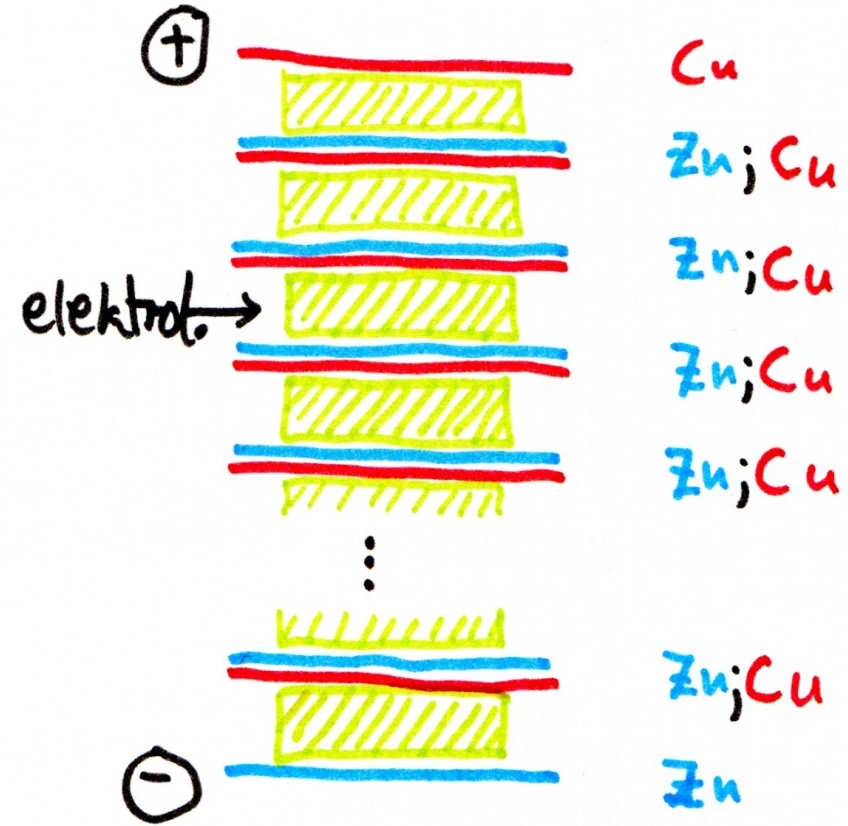
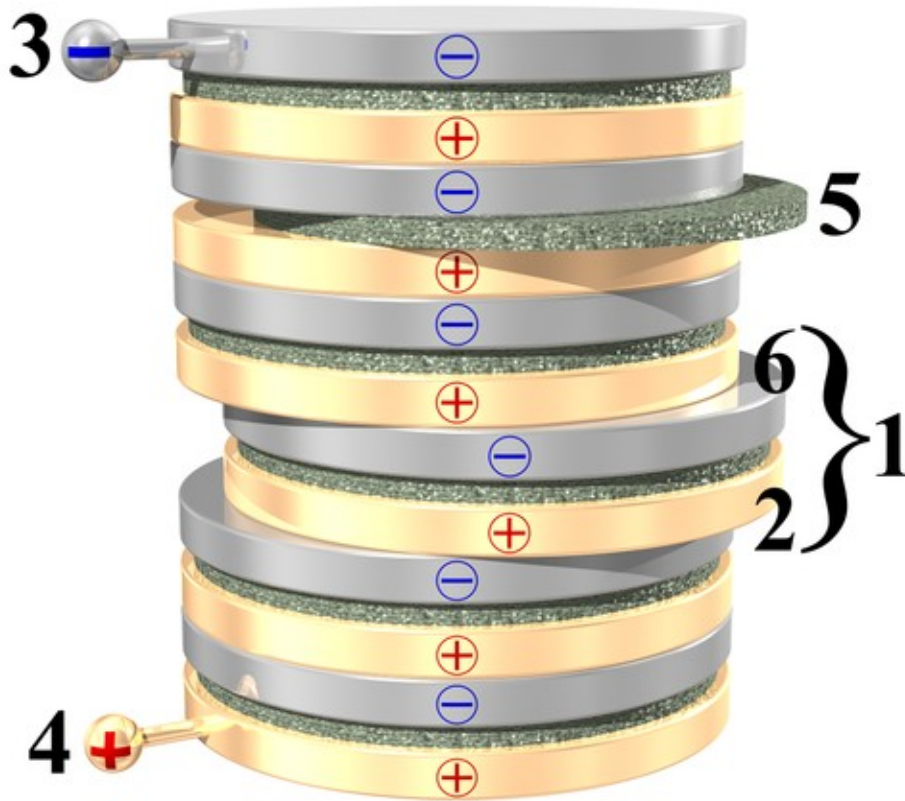
# Regler för plus och minus...(?)

- 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.
- **A**nodos (gr. framåt, uppåt), **K**atodos (gr. inåt, nedåt)

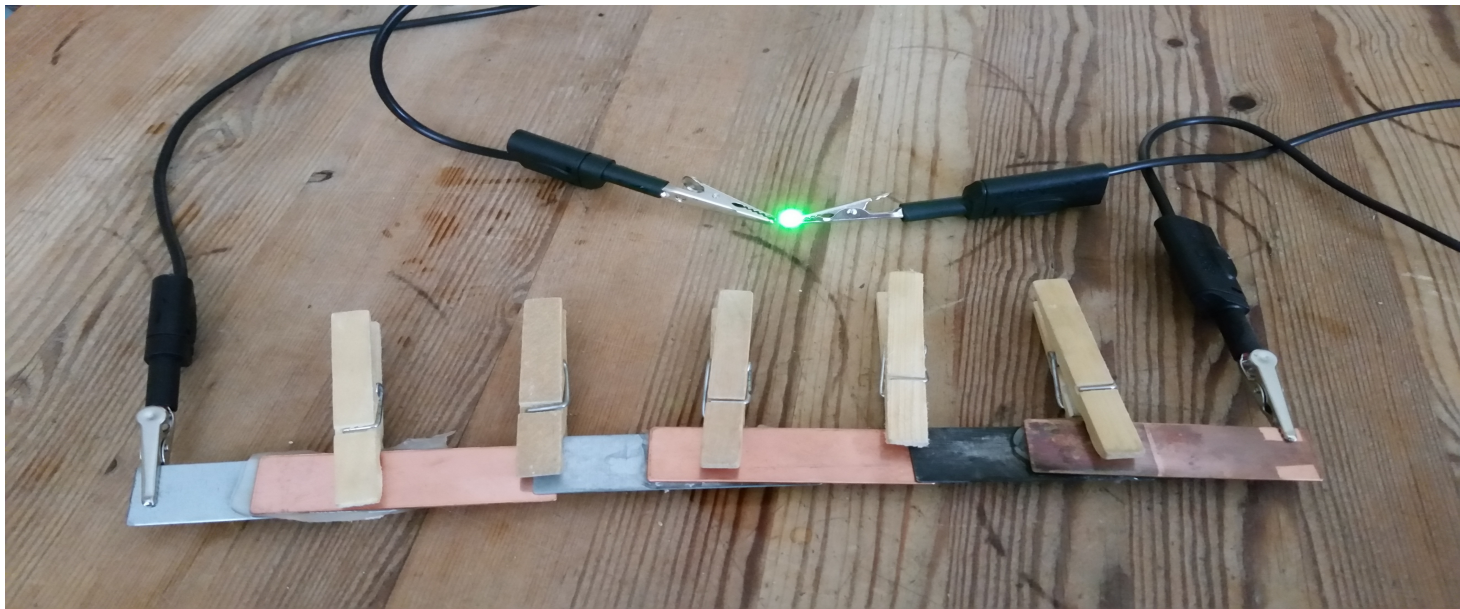
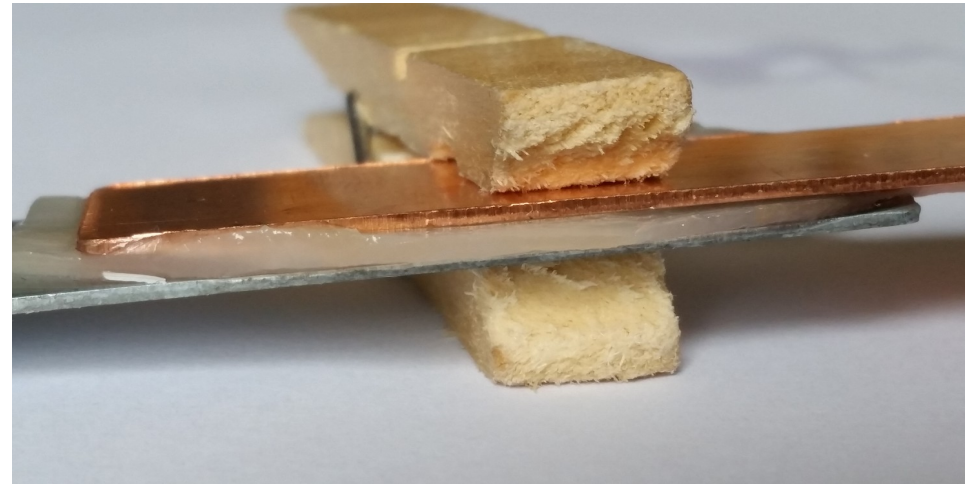
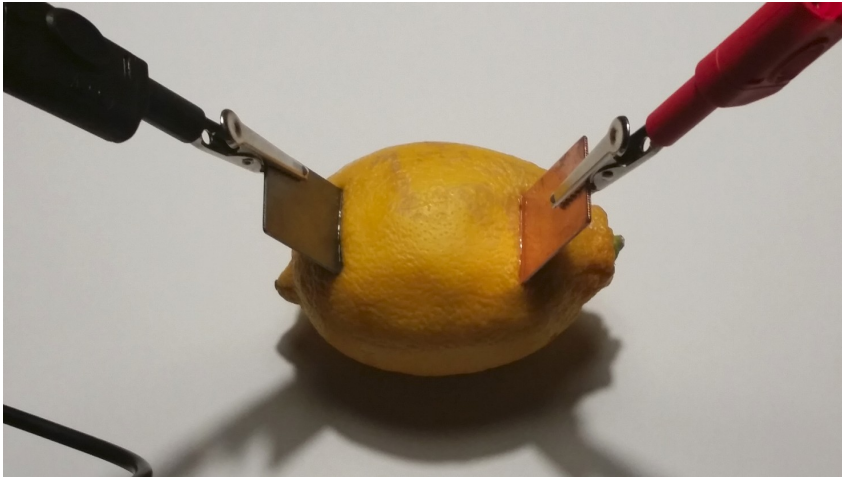
# Elektrolys : Knallgas ifrån vatten



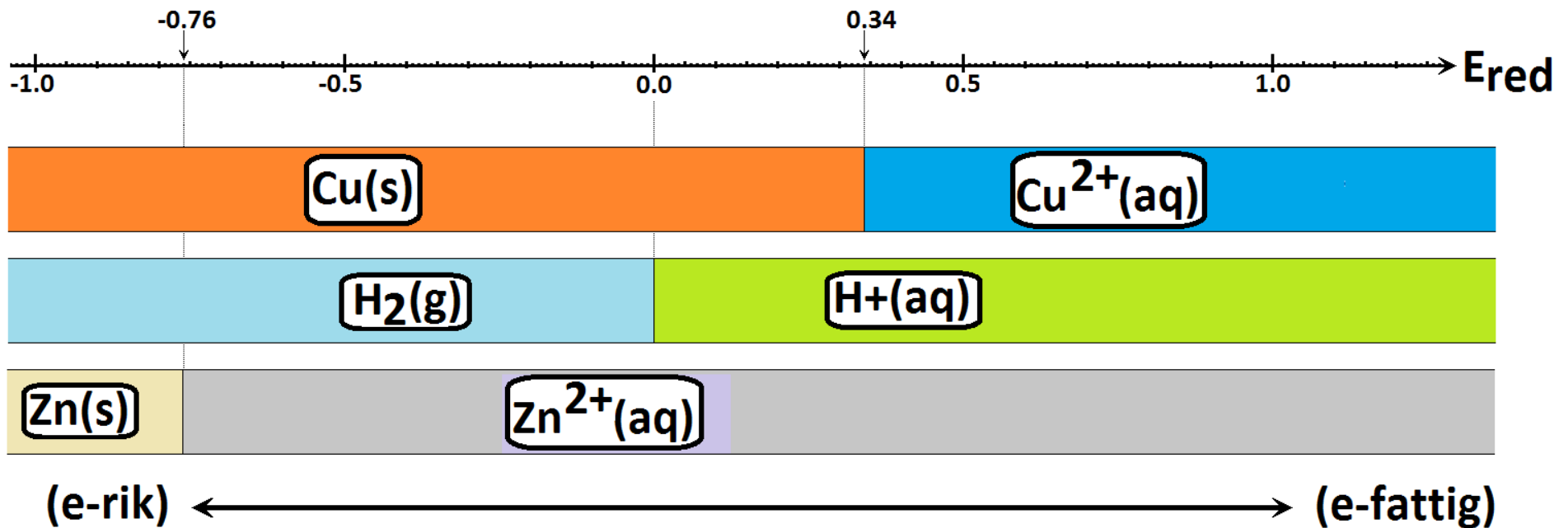
# Voltas stapel



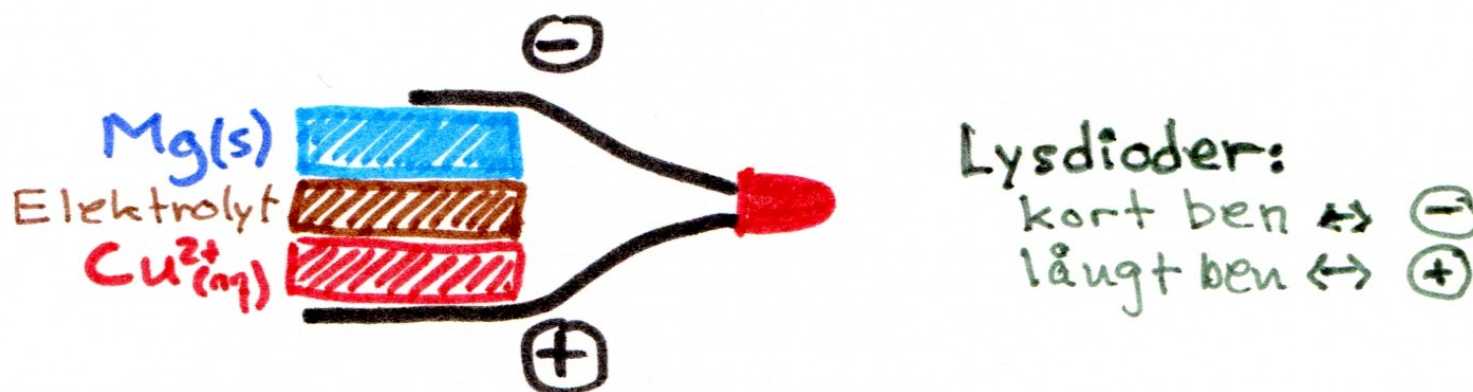
# Citron, ingefära-batteriet



# Citron, ingefära, gurka, Volta,... cellspänning $\approx 0.7-0.8$ V

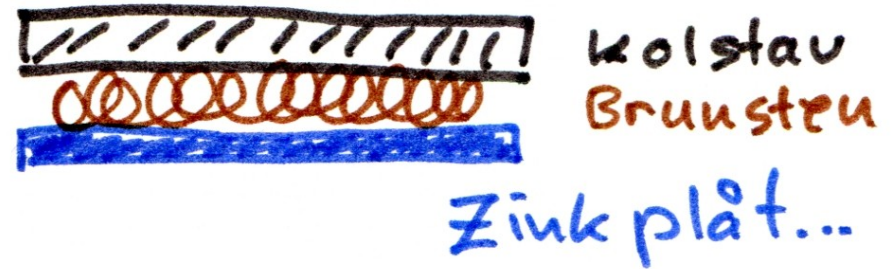
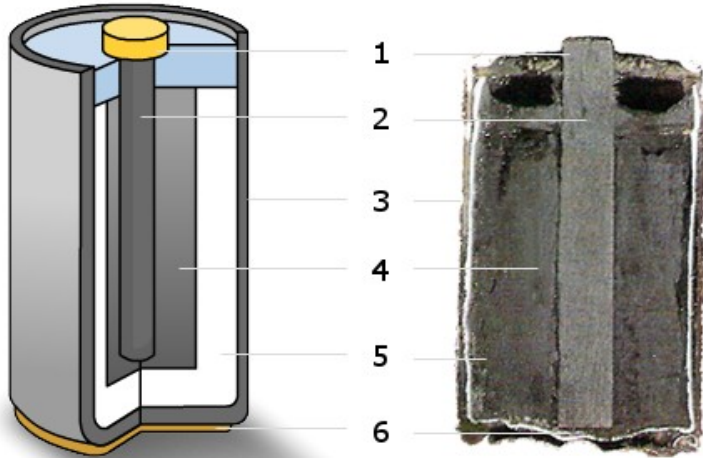


# Minibatteri enl. Eggen och Skaugrud



- (-) Mg(s) oxideras till Mg<sup>2+</sup>(aq), Mg(OH)<sub>2</sub>(s), ?
- (+) Cu<sup>2+</sup>(aq) reduceras till Cu(s)
- Elektrolyt: Na<sup>+</sup>(aq); SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(aq)
- Vad blir skillnaden med silver, Ag<sup>+</sup>(aq)?

# Brunsten-(MnO<sub>2</sub>)-sbatteriet



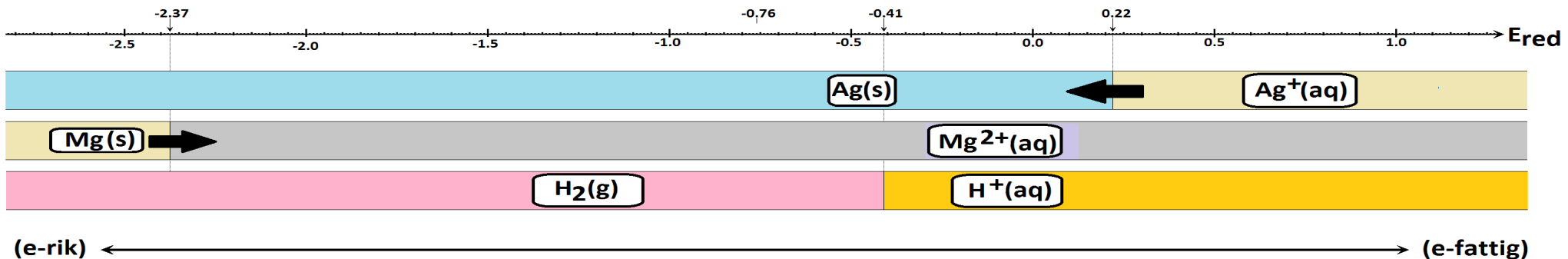
- $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- $\text{MnO}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$
- $\text{Zn}(\text{s})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

# AgCl/Mg-batteriet

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



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



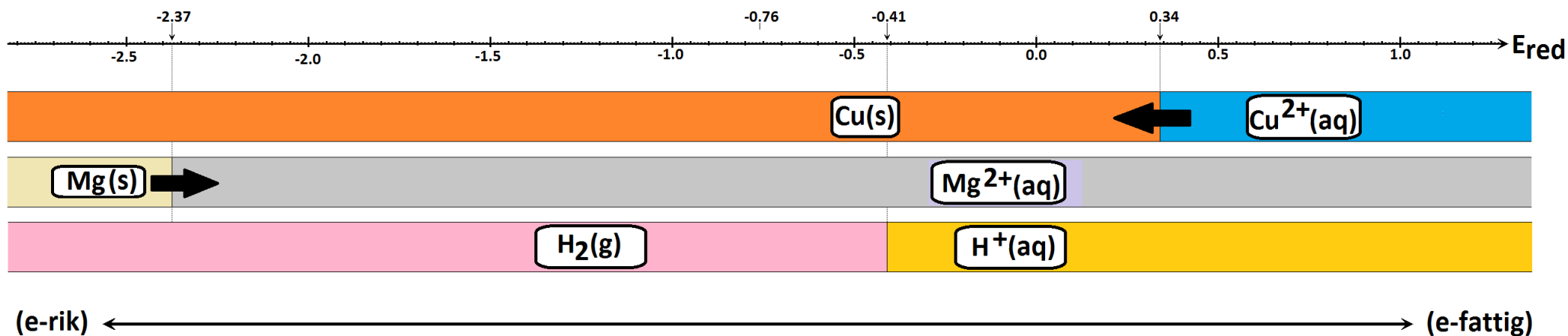


# Mg(s) i Cu<sup>2+</sup>(aq)

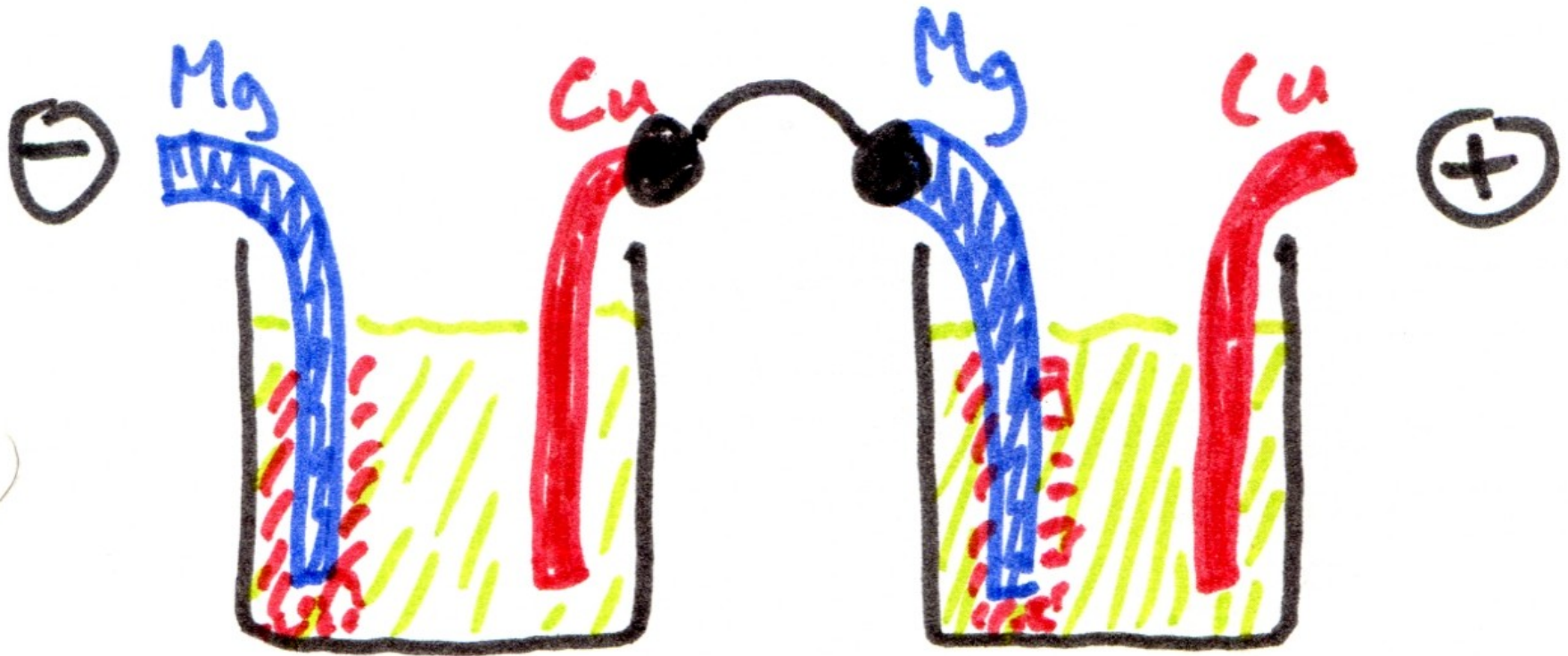


## Lokalt element:

- Cu<sup>2+</sup>(aq) → Cu(s)
- Mg(s) → Mg<sup>2+</sup>(aq)
- Cu(s) fastnar inte på Mg(s) utan faller av som pulver.

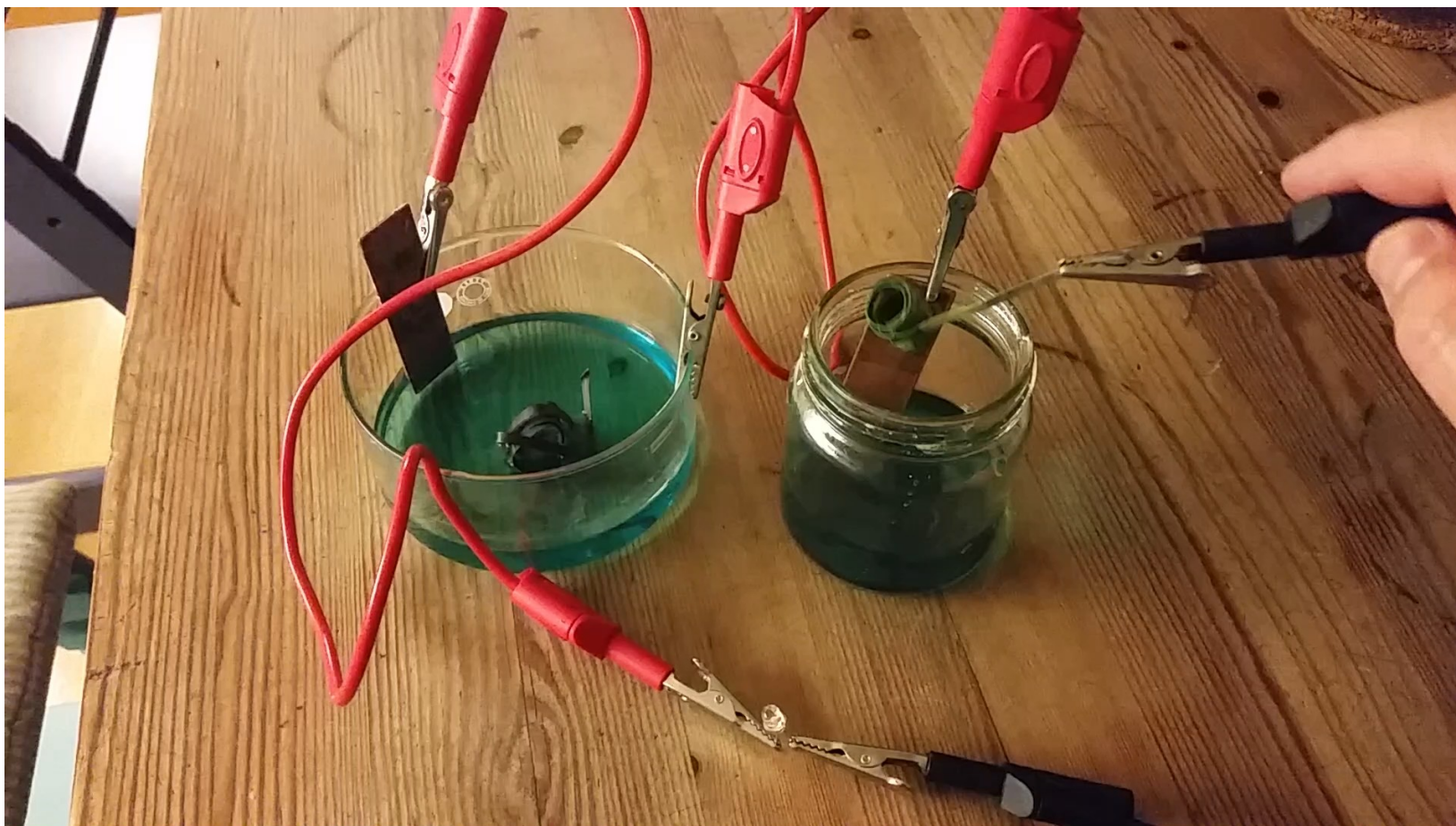


Mg(s) och  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ : hur funkar det?



## Sent en kväll i köket:

Två  $\text{Mg}/\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  blev seriekopplade!  
(2.4 V och 30 mA)



# Korrosion, rost, ...

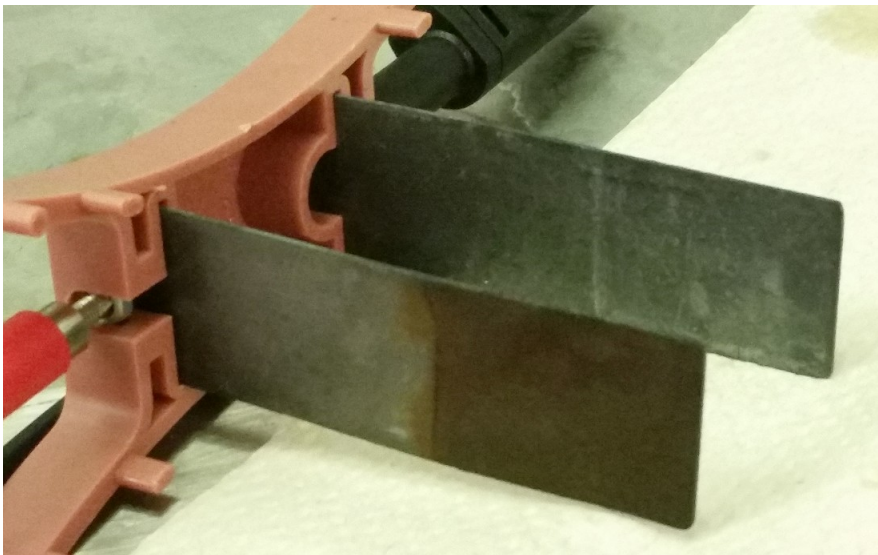
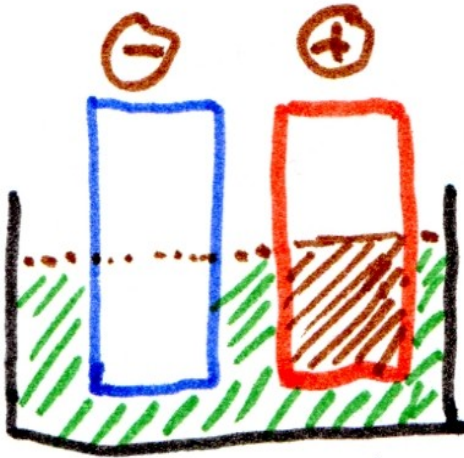


# Al - luft eller Al - vatten

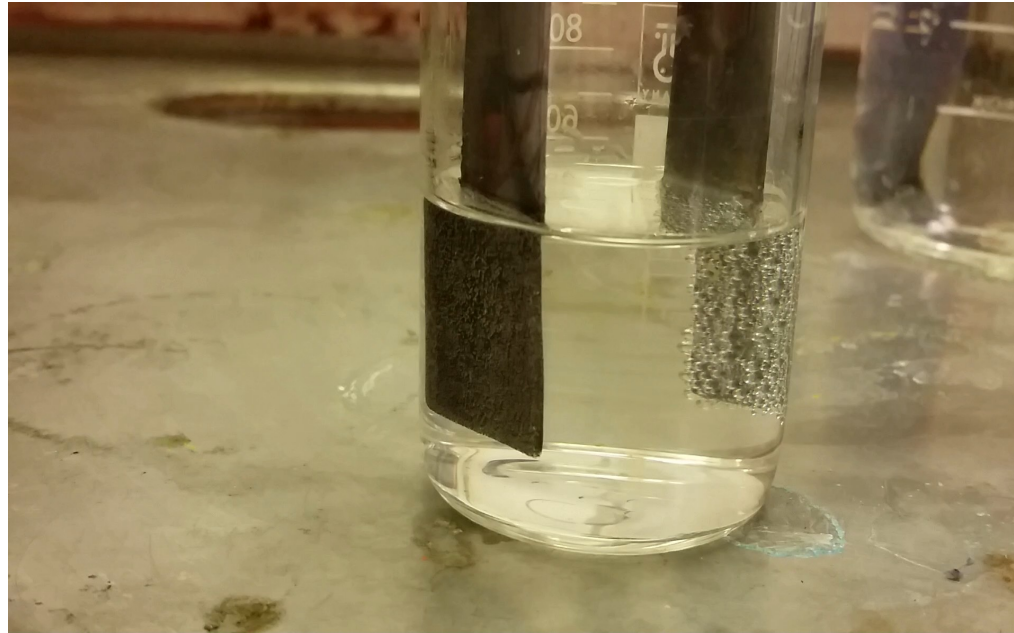
- Al oxideras till Al(III).
- Elektrolyten måste vara jonledande...
- $O_2(g)$  eller  $H^+(aq)$  reduceras.
- Eventuellt behövs katalysator.



# Svavelsyra/Bly-batteriet

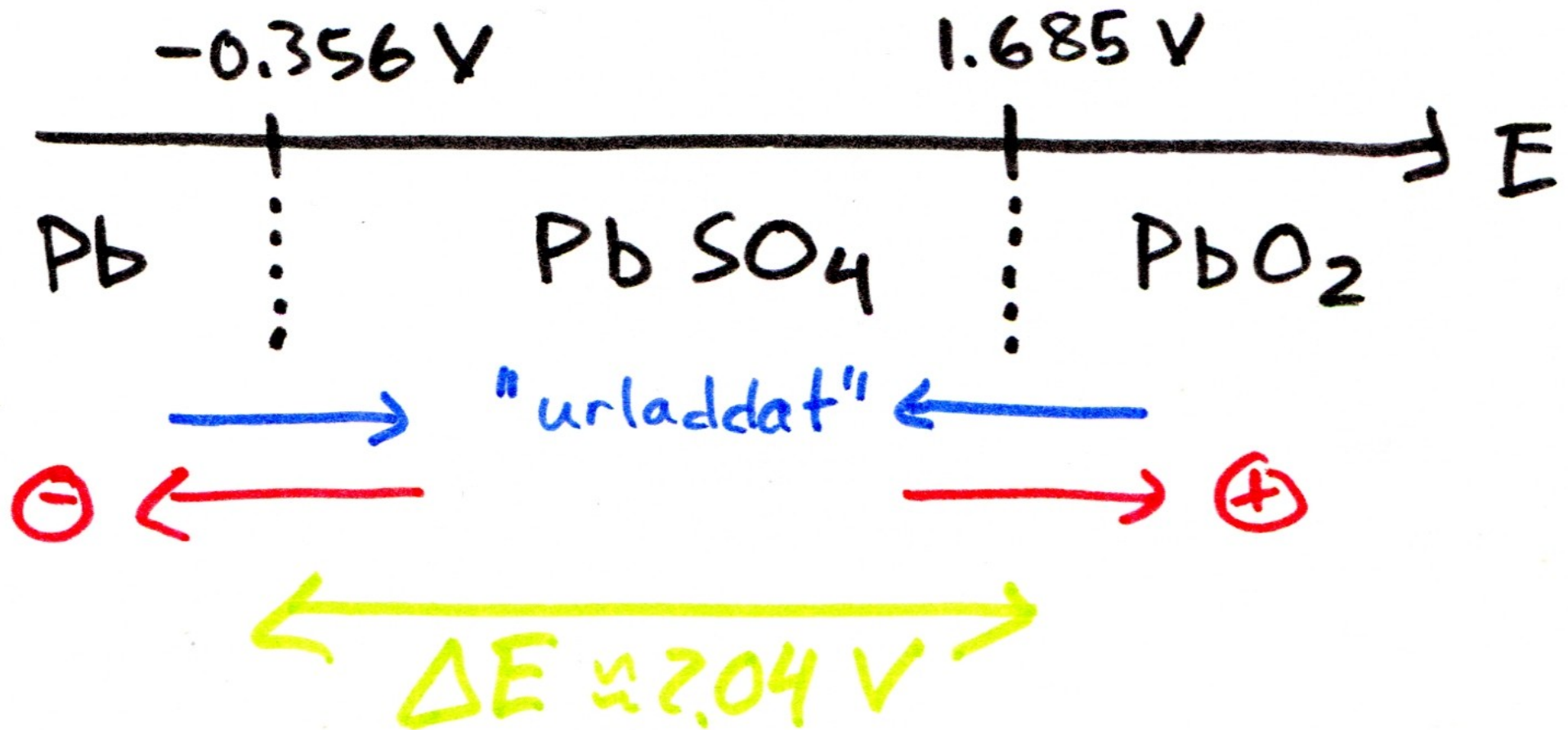


# Blybatteri under laddning, ca 2V



- (+)  $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{PbO}_2(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
- (-)  $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- $2\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \leftrightarrow \text{PbO}_2(\text{s}) + \text{Pb}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
- 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=LaNi<sub>5</sub>] (Bra, dyrt, Ni CMR-klassat, ?)
- Ni-Fe (billigare, bra?, fortfarande problem med Ni)
  
- Bränsleceller (Al, metanol, H<sub>2</sub>, ...)  
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.**

# “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 CO<sub>2</sub>, förbränns senare.

# Solceller

- Fångar soljuset och höjer energinivån...

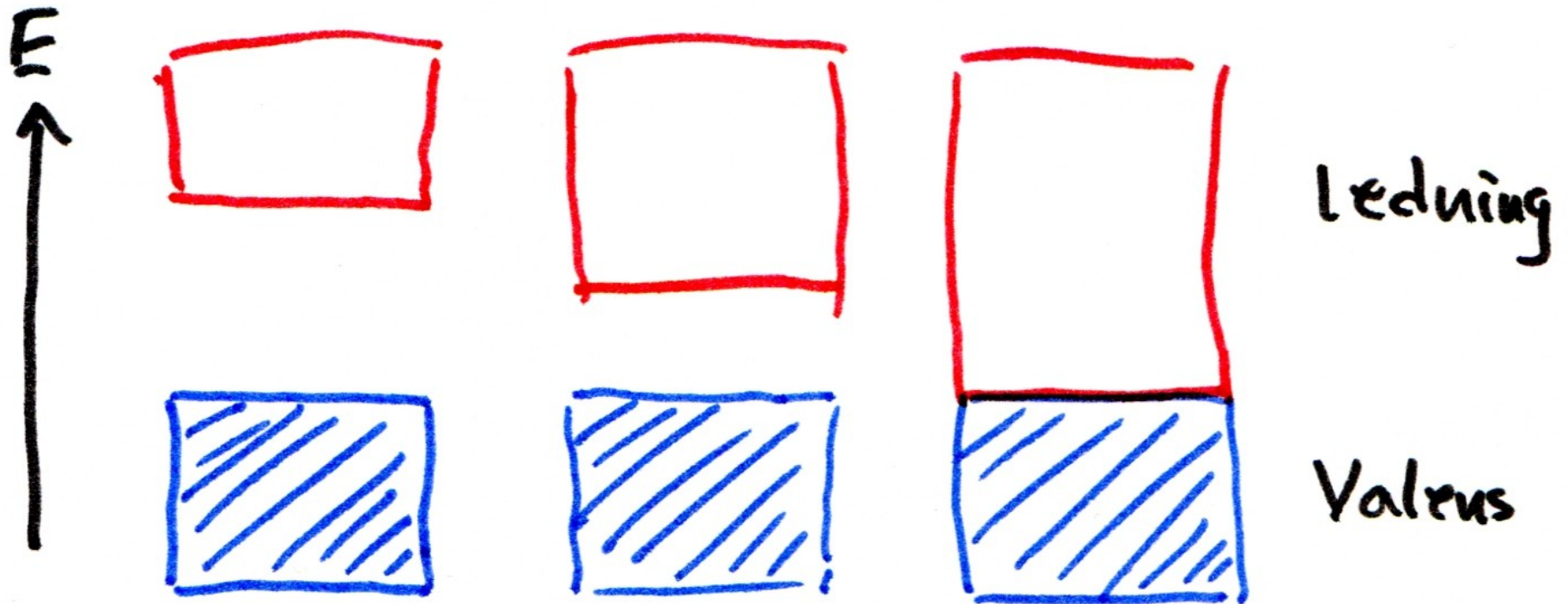
**Exempel: växter av olika slag, fotosyntes.**

- Ljus → elektrisk ström.

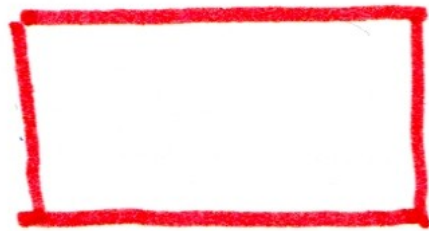
**Ofta menas dock en mer direkt koppling....**

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

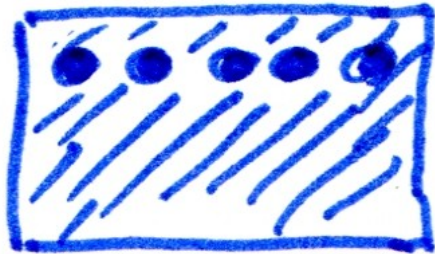
# Solceller – halvledare – elektroner



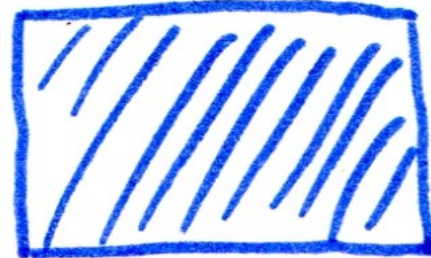
# Halvledare - dopning



ledning



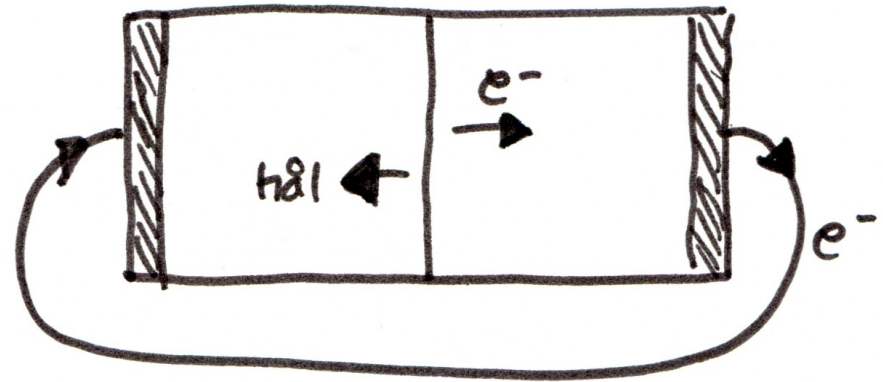
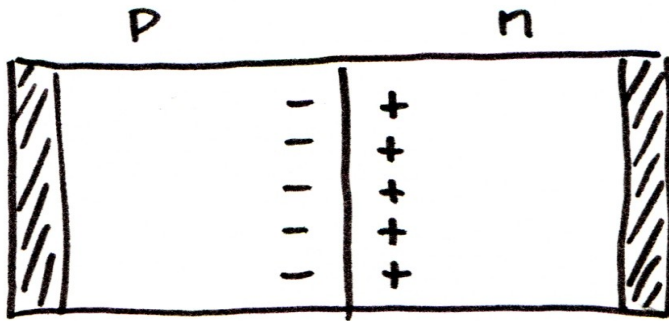
p-dopad



n-dopad

valens

# p-n-övergången



# Grätzelcell

- Solcell baserad på  $\text{TiO}_2$  (halvledare?)
- Ett färgämne fångar in ljus och exciteras.
- Överför elektronen till  $\text{TiO}_2$ .
- Färgämnet blir plusladdat.
- Elektronen flyttar via en yttre ledning till motelektroden, där den åter träffar det plusladdade färgämnet.