

## FACIT: GALVANISKA ELEMENT

## Galvaniska element – del 1:

Elektrokemiska spänningsserien:

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

1. Förklara översiktligt hur ett galvaniskt element/cell fungerar. Förklara samtidigt hur och varför storleken på de olika metallektrodena förändras med tiden.

Svar:

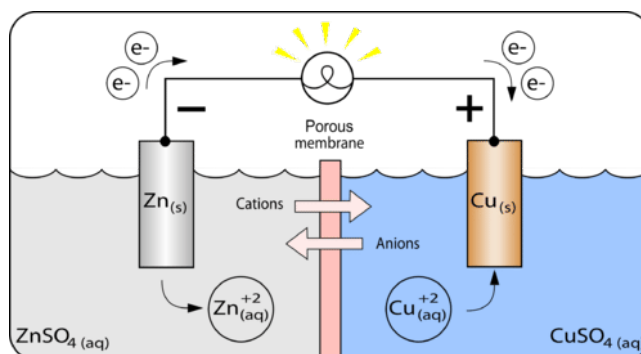
1. **Anoden avger elektroner:** Metallatomerna på anoden avger lätt elektroner (i jämförelse med metallatomerna på katoden). Det skapas då ett stort elektronöverskott på anoden, i jämförelse med katoden. Metallatomerna omvandlas samtidigt till joner som lämnar anoden och åker ut i elektrolytlösningen. Anoden minskar därför i storlek.
  2. **Elektronerna vandrar från anoden till katoden:** Det stora 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.
  3. **Vid katoden plockas elektronerna upp av metalljoner:** Vid katoden plockas elektronerna upp av metalljonerna i elektrolytlösningen. Metalljonerna omvandlas då till metallatomer och fastnar på katoden. Katoden ökar i storlek.
2. Ett galvaniskt element/cell är uppbyggt av nedanstående beståndsdelar. Förklara vad de innebär:
    - a) Metallektroder
    - b) Anod
    - c) Katod
    - d) En elektrisk ledare
    - e) Elektrolytlösningar
    - f) Poröst membran/saltbrygga

Svar:

- a) **Metallektroder:** 2 metallektroder ingår vanligtvis i ett galvaniskt element. Elektrodena är ofta metallstavar (avlånga metallbitar). Den ena elektroden fungerar som en anod och den andra som en katod.
- b) **Anod:** Anoden utgörs av den metall i det galvaniska elementet som lättast oxideras och bildar joner. I zink-koppar-elementet är det zink. Anoden kallas för minuspol. *Minnesregel: Anoden Avger elektroner. Ansjovisar blir man negativ av (jämfört med katter!)*

## FACIT: GALVANISKA ELEMENT

- c) **Katod:** Katoden utgörs av den metall i det galvaniska elementet som har svårast att oxideras och bilda joner. I zink-koppar-elementet är det koppar. Katoden kallas för pluspol. *Minnesregel: Katter blir man positiv av!*
- d) **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.
- e) **Elektrolytlösningar:** Varje metallektrod är doppad i en elektrolytlösning (saltlösning) som består av joner lösta i vatten. Elektrolytlösningarna är en förutsättning för att elektronerna ska kunna vandra mellan de båda elektroderna.
- f) **Poröst membran/saltbrygga:** Mellan elektrolytlösningarna finns ett poröst membran eller en s.k. saltbrygga som tillåter jonvandring mellan lösningarna.
3. Nedanstående bild visar ett galvaniskt element med en zinkelektrod och en kopparelektrod. I den vänstra elektrolytlösningen finns jonerna  $\text{Zn}^{2+}$  och  $\text{SO}_4^{2-}$  och i den högra elektrolytlösningen finns jonerna  $\text{Cu}^{2+}$  och  $\text{SO}_4^{2-}$ .
- a) Är zinkelektroden eller kopparelektroden katod? Hur kom du fram till svaret?  
 b) Skriv den kemiska reaktion som sker vid anoden resp. vid katoden.  
 c) Skriv totalreaktionen för hela det galvaniska elementet.  
 d) Skriv ett cellschema för det galvaniska elementet.



Svar:

- a) Anoden är den elektrod där oxidation sker (elektroner avges). Zink ligger längre till vänster i spänningsserien och därför vet vi att oxidation kommer ske vid zinkelektroden (zink är bäst av de två metallerna på att avge elektroner och bilda joner). Zinkelektroden utgör därmed anoden. Kopparelektroden kommer därmed fungera som katod eftersom det är här reduktion kommer ske.

- b) Reaktionerna blir enligt följande:



## FACIT: GALVANISKA ELEMENT

Ledtråd:

- Zn och Cu är övergångsmetaller och därför är det svårt att utantill veta hur många elektroner som avges eller upptas. Men om vi tittar noga på bilden så kan vi se att zinkatomerna ger upphov till zinkjoner med laddningen 2+ ( $\text{Zn}^{2+}$ ) och att kopparjonerna har laddningen 2+ ( $\text{Cu}^{2+}$ ). Vi vet utifrån detta att Zn avger 2 elektroner och bildar  $\text{Zn}^{2+}$  och att  $\text{Cu}^{2+}$  upptar 2 elektroner och bildar Cu.



Ledtråd: När vi skriver totalreaktionen så måste vi få till rätt balans. Här ser vi dock att varje zinkatom avger 2 elektroner medan varje kopparjon upptar två elektroner. Vi har därför redan balans och behöver inte justera reaktionsformeln någonting:

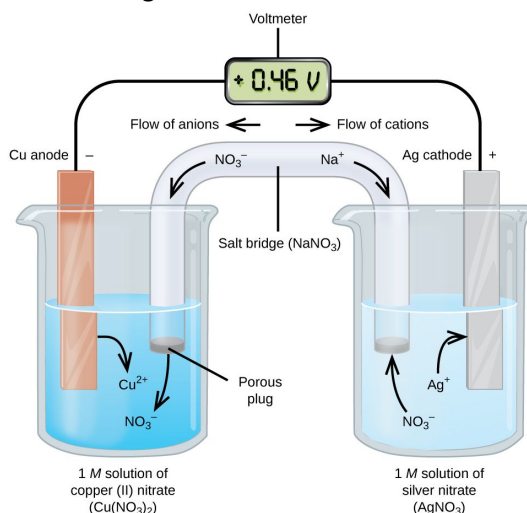
d) Cellschema:



I ett cellschema visar vi till vänster om dubbelstreckat vad som sker vid anoden (minuspolen) och till höger vad som sker vid katoden (pluspolen).

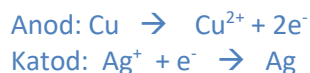
4. Nedanstående bild visar ett galvaniskt element med en kopparelektrod och en silverelektrod.

- Skriv den kemiska reaktion som sker vid anoden resp. vid katoden.
- Skriv totalreaktionen för hela det galvaniska elementet.
- Skriv ett cellschema för det galvaniska elementet.



Svar:

a) Reaktionerna blir enligt följande:



FACIT: GALVANISKA ELEMENT

Ledtrådar:

- Kopparelektroden är anod eftersom Cu står längre till vänster i spänningsserien och därmed har lättare att oxideras. Ag är därmed katod (det står också på bilden men ni hade kunnat få en uppgift där det inte står med!).
- Cu och Ag är övergångsmetaller och därför är det svårt att utantill veta hur många elektroner som avges eller upptas. Men om vi tittar noga på bilden så kan vi se att kopparatomerna ger upphov till kopparjoner med laddningen 2+ ( $\text{Cu}^{2+}$ ) och att silverjonerna har laddningen 1+ ( $\text{Ag}^+$ ). Vi vet utifrån detta att Cu avger 2 elektroner och bildar  $\text{Cu}^{2+}$  och att  $\text{Ag}^+$  upptar 1 elektron och bildar Ag.



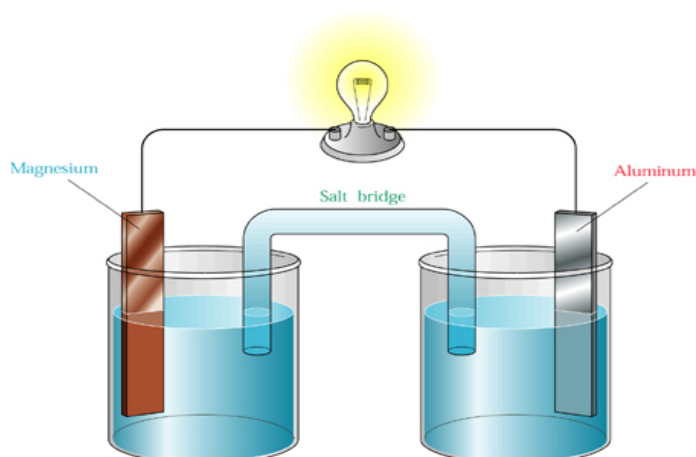
Ledtråd: När vi skriver totalreaktionen så måste vi få till rätt balans (massbalans och laddningsbalans). Varje kopparatom avger 2 elektroner medan varje silverjon enbart tar upp en elektron. Vi måste därför ha två mottagarjoner-

c) Cellschema:



I ett cellschema visar vi till vänster om dubbelstreckat vad som sker vid anoden (minuspolen) och till höger vad som sker vid katoden (pluspolen). I ett cellschema behöver vi dock inte balansera upp antalet atomer eller joner.

5. Nedanstående bild visar ett galvaniskt element med en magnesiumelektrod och en aluminiumelektrod. I den vänstra elektrolytlösningen finns jonerna  $\text{Mg}^{2+}$  och  $\text{SO}_4^{2-}$  och i den högra elektrolytlösningen finns jonerna  $\text{Al}^{3+}$  och  $\text{SO}_4^{2-}$ .
- Är magnesiumelektroden eller aluminiumelektroden anod? Hur kom du fram till svaret?
  - Skriv den kemiska reaktionen som sker vid anoden resp. vid katoden.
  - Skriv totalreaktionen för hela det galvaniska elementet.
  - Skriv ett cellschema för det galvaniska elementet.



FACIT: GALVANISKA ELEMENT

Svar:

a) Mg är anod eftersom Mg står längre till vänster i spänningsserien och därmed har lättare att oxideras och bilda joner.

b) Reaktionerna blir enligt följande:

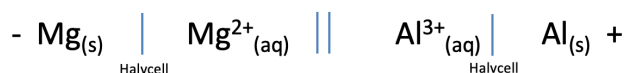


Ledtråd: I texten står det vilka joner som finns i elektrolytlösningarna och deras resp. laddningar. När det gäller metalljonerna (de är de intressanta i sammanhanget!) så ser vi att det finns  $\text{Mg}^{2+}$ -joner och  $\text{Al}^{3+}$ -joner. Vi kan då dra slutsatsen att Mg-atomerna i anoden avger 2 elektroner och bildar  $\text{Mg}^{2+}$ -joner och att  $\text{Al}^{3+}$ -jonerna upptar 3 elektroner och bildar Al-atomer vid katoden.

c) Totalreaktion:  $3\text{Mg} + 2\text{Al}^{3+} \rightarrow 3\text{Mg}^{2+} + 2\text{Al}$

Ledtråd: När vi skriver totalreaktionen så måste vi få till rätt balans (massbalans och laddningsbalans). Varje magnesiumatom avger 2 elektroner medan varje aluminiumjon tar upp 3 elektroner. Vi måste därför ha tre givare och två mottagare om vi ska få till rätt balans!

d) Cellschema:



Ledtråd: I ett cellschema visar vi till vänster om dubbelstreckat vad som sker vid anoden (minuspolen) och till höger vad som sker vid katoden (pluspolen). I ett cellschema behöver vi dock inte balansera upp antalet atomer eller joner.

## FACIT: GALVANISKA ELEMENT

## Galvaniska element – del 2:

Normalpotentialer för olika ämnen:

Ämne:	Normal-potential (V):	Ämne:	Normal-potential (V):
Li	-3,04	Ni	-0,25
K	-2,92	Sn	-0,14
Ca	-2,87	Pb	-0,13
Na	-2,71	H	0
Mg	-2,37	Cu	+0,34
Al	-1,66	Hg	+0,799
Zn	-0,76	Ag	+0,80
Cr	-0,74	Pt	+1,20
Fe	-0,44	Au	+1,40

6. Förklara följande begrepp:

- EMK
- Normalpotentialer

Svar:

- EMK står för elektromotorisk kraft och är ett mått på den elektriska spänningen (potentialskillnaden/laddningsskillnaden) mellan elektroderna i ett galvaniskt element (alltså mellan anoden och katoden).
- Förenklat kan man säga att normalpotentialen är ett mått på hur lätt ett ämne oxideras och bildar ett elektronöverskott på elektroden, i jämförelse med väte på en vätgaselektrod. Desto mer negativt värdet är på normalpotentialen desto lättare oxideras ämnet och desto större blir elektronöverskottet på elektroden. Ämnen som har låga normalpotentialer är bra reduktionsmedel (bra på att avge elektroner till andra ämnen så att de reduceras).

7. En galvanisk cell består av en silverelektrod i silvernitratlösning och en aluminiumelektrod i en aluminiumnitratlösning. Cellen driver en lampa.

- Vilken elektrod blir anod resp. katod? Motivera ditt svar.
- Vad blir den galvaniska cellens EMK?

## FACIT: GALVANISKA ELEMENT

Svar:

a) Vi kan tänka på flera sätt:

Eftersom Al står längre till vänster om Ag i den elektrokemiska spänningsserien kommer Al oxideras och bilda joner lättare och därmed kommer Al utgöra anoden medan Ag utgör katoden.

Vi kan också utgå från ämnens normalpotentialer. Den som har den mest negativa normalpotentialen är det ämne som lättast oxideras och bildar joner. Vi ser att det är Al som har den mest negativa normalpotentialen och således är det alltså Al som kommer utgöra anoden medan Ag utgör katoden.

b) Cellens EMK beräknas med hjälp av följande ekvation:

$$EMK = e_{\text{positiv pol}}^0 - e_{\text{negativ pol}}^0 = 0,80V - (-1,66V) = 2,46V$$

8. Vad blir EMK hos ett galvaniskt element med följande halvceller:

- a)  $Fe^{2+}/Fe(s)$  och  $Pb^{2+}/Pb(s)$
- b)  $Mg^{2+}/Mg(s)$  och  $Na^{+}/Na(s)$
- c)  $Pb^{2+}/Pb(s)$  och  $Ag^{+}/Ag(s)$

Svar:

Ledtråd: Använd tabellen över normalpotentialer. Det ämne som har lägst normalpotential (mest negativt) kommer vara minuspol, medan det ämne som har högst värde (minst negativt) kommer vara pluspol. Använd sedan följande formeln för att beräkna ut EMK:

$$EMK = e_{\text{positiv pol}}^0 - e_{\text{negativ pol}}^0$$

$$a) \quad EMK = e_{\text{positiv pol}}^0 - e_{\text{negativ pol}}^0 = -0,13V - (-0,44V) = 0,31V$$

$$b) \quad EMK = e_{\text{positiv pol}}^0 - e_{\text{negativ pol}}^0 = -2,37V - (-2,71V) = 0,34V$$

$$c) \quad EMK = e_{\text{positiv pol}}^0 - e_{\text{negativ pol}}^0 = 0,80V - (-0,13V) = 0,93V$$

FACIT: GALVANISKA ELEMENT

9. Du vill skapa ett galvaniskt element med så hög strömstyrka som möjligt men du får bara välja mellan de olika halvceller som finns med i uppgift 17. Vilken kombination av halvceller i uppgift 17 skulle du välja? Och vad skulle elementets EMK bli?

Svar:

Silver har högst normalpotential (+0,80V) medan natrium har lägst (-2,71V). Ju större skillnad mellan normalpotentialerna desto högre EMK och desto högre strömstyrka. Man bör alltså välja följande halvceller:

$\text{Na}^+/\text{Na(s)}$  och  $\text{Ag}^+/\text{Ag(s)}$

$$\text{EMK} = e_{\text{positiv pol}}^0 - e_{\text{negativ pol}}^0 = 0,80\text{V} - (-2,71\text{V}) = 3,51\text{V}$$

10. Här nedan visas ett cellschema för ett galvaniskt element/cell bestående av järn och silver.

- a) Vad blir elementets EMK?  
 b) Vad skulle vi kunna byta ut järn mot om vi vill att det galvaniska elementet ska kunna producera en starkare ström?



Svar:

a)  $\text{EMK} = e_{\text{positiv pol}}^0 - e_{\text{negativ pol}}^0 = 0,80\text{V} - (-0,44) = 1,24\text{V}$

- b) Mot ett ämne som har ännu lägre normalpotential (mer negativ) och alltså är ännu bättre på att oxideras och skapa ett elektronöverskott på anoden. Man får då en ännu större elektrisk spänning/EMK mellan anoden och katoden och därmed en starkare ström. Man kan t.ex. byta ut järn mot Zn, Al, Mg eller Li.

11. Avgör med hjälp av ämnernas normalpotentialer om;

- a)  $\text{Pb}^{2+}$  kan oxidera Sn till  $\text{Sn}^{2+}$   
 b)  $\text{Ag}^+$  kan oxidera Cu till  $\text{Cu}^{2+}$   
 c) Pb kan reducera  $\text{Fe}^{2+}$  till Fe

Svar:

- a) Ja det går. Bly har -0,13 i normalpotential medan tenn har -0,14. Tenn har alltså lägst värde (mest negativt) och är alltså det ämne som oxideras lättast. Blyjoner kan därför



## FACIT: GALVANISKA ELEMENT

oxidera tenn (stjäla elektroner från tenn) men eftersom skillnaden mellan ämnena är så pass liten så kommer det vara en mycket långsam reaktion.

- b) Ja det går. Silver har 0,80 i normalpotential medan koppar har 0,34. Koppar har alltså lägst värde (mest åt det negativa hållet) och är alltså det ämne som oxideras lättast. Silverjoner kan därför oxidera koppar (stjäla elektroner från tenn).
- c) Nej det går inte. Bly har -0,13 i normalpotential medan järn har -0,44. Järn har alltså lägst värde och är alltså det ämne som oxideras lättast. Om man själv oxiderar så är man bra på att reducera andra (ge bort elektroner till andra). Det är alltså järn (i grundämnesform) som kan reducera blyjoner och inte tvärtom.

**Galvaniska element – del 3:**

12. Förklara översiktligt varför det behövs elektrolytlösningar och ett poröst membran eller saltbrygga för att det galvaniska elementet/cellen ska fungera?

Svar:

**Kortfattat förklarat:** Jonerna i elektrolytlösningarna, och deras vandringar mellan elektrolytlösningarna, hjälper till att skapa och/eller upprätthålla en elektrisk spänning (laddningsskillnad) mellan anoden och katoden. Detta möjliggör elektronvandringen från anoden mot katoden.

Här lite mer i detalj:

**Negativa joner** från saltbryggan och/eller katodens elektrolytlösning vandrar mot anoden, via membranet/saltbryggan, och hjälper där till att neutralisera laddningarna så det inte blir för mycket positiv laddning runt anoden. Det är en förutsättning för att skapa ett stort elektronöverskott på anoden, jämfört med katoden, och därmed få elektronerna att "vilja" vandra över till katoden via ledningen. Vandringen av negativa joner mot anoden ser alltså till att skapa/upprätthålla den elektriska spänningen (laddningsskillnaden) mellan anod och katod.

**Positiva joner** från saltbryggan och/eller anodens elektrolytlösning vandrar mot katoden, via membranet/saltbryggan, och hjälper där till att neutralisera laddningarna så att det inte blir för mycket negativ laddning runt katoden. Det är en förutsättning för att skapa ett relativt elektronunderskott på katoden, jämfört med anoden, och därmed få elektronerna att "vilja" vandra över till katoden via ledningen. Vandringen av positiva joner mot katoden ser alltså till att skapa/upprätthålla den elektriska spänningen (laddningsskillnaden) mellan anod och katod.

## FACIT: GALVANISKA ELEMENT

Sedan finns det ju positiva joner i elektrolytlösningen vid katoden som attraherar och tar upp de elektroner som kommer till katoden. Utan detta skulle snabbt en "elektronkö" uppstå och det relativa elektronunderskottet på katoden skulle försvinna. Vi måste alltså ha positiva joner som hela tiden plockar upp elektronerna vid katoden annars kommer den elektriska spänningen (laddningsskillnaden) mellan anod och katod försvinna och elektronvandringen från anod till katod skulle då inte kunna ske.

Membranet/saltbryggans funktion när det gäller ovanstående är att möjliggöra att joner kan vandra mellan de båda elektrolytlösningarna. Man kan säga att man får en sluten krets tack vare membranet/saltbryggan.

13. En galvanisk cell består av en silverelektrod i silvernitratlösning och en aluminiumelektrod i en aluminiumnitratlösning. Cellen driver en lampa. Kommer lampan lysa för evigt? Varför/varför inte?

Svar:

Nej, det kommer den inte göra p.g.a. tre viktiga anledningar:

1. **När alla metallatomerna i anoden är förbrukade slutar lampan lysa:** Vid varje oxidation vid anoden omvandlas metallatomer till metalljoner och dessa går ut i elektrolytlösningen. Massan av anoden minskar alltså hela tiden tills det inte längre finns någon anod kvar. Utan anod kan inga nya elektroner frisättas och därmed slutar det galvaniska elementet att fungera (kan inte längre utföra ett arbete).
2. **När alla "mottagarjonerna" är förbrukade slutar lampan lysa:** Vid katoden måste hela tiden elektroner plockas upp av positiva joner i elektrolytlösningen, annars stoppas hela elektrontransporten upp i den elektriska ledningen. När alla mottagarjoner är förbrukade kan inte längre elektroner plockas upp och då slutar det galvaniska elementet att fungera.
3. **När det blir brist på negativa och positiva joner slutar lampan lysa:** Efter ett tag finns det inte tillräckligt med negativa och positiva joner kvar i elektrolytlösningarna som kan åka över till anoden resp. katoden och där neutralisera laddningarna och upprätthålla den elektriska spänningen i det galvaniska elementet. Detta stoppar elektronernas vandring och då slutar det galvaniska elementet att fungera.