

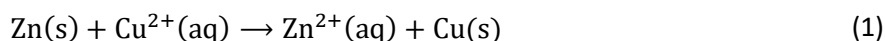
Metaller og batterier

Formål

Formålet med forsøget er at undersøge hvorledes spændingen af et batteri afhænger af de metaller der udgør elektroderne. Dernæst at konstruere det mest effektive batteri og få en propel til at dreje rundt.

Teori

Hvis man fx placerer en zinkplade i en opløsning af kobber(2+) vil zink afgive elektroner til kobber ionerne. Zink vil derved omdannes til zink(2+) og kobber(2+) vil omdannes til frit kobber:



Dette sker da zink står til venstre for kobber i spændingsrækken og er dermed mere villig til at afgive elektroner i en vandig opløsning end kobber. Overførslen af elektroner sker helt spontant.

Spændingsrækken angiver metallers villighed til at afgive elektroner på grænsefladen mellem metallet og en vandig opløsning. Jo længere til venstre et metal står, jo mere villigt er det til at afgive elektroner. Metaller der står til venstre for dihydrogen kan opløses i syre under dannelse af metalioner og dihydrogen. Til højre for dihydrogen står de ædle metaller der er mindst villige til at afgive elektroner.

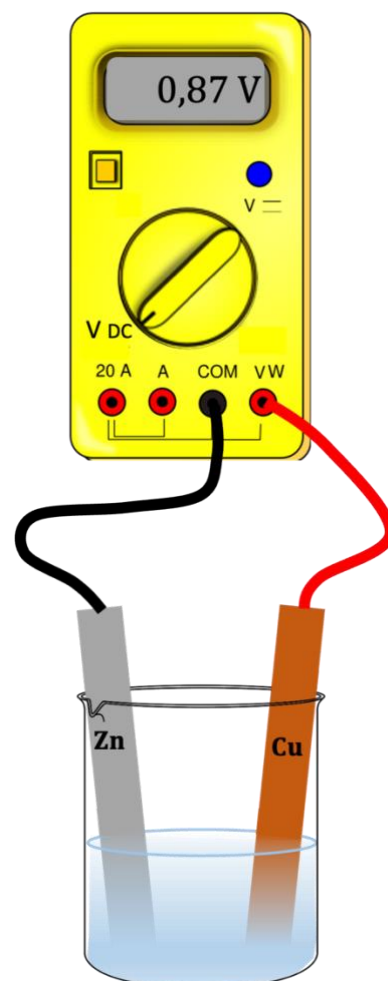
Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb H₂ Cu Hg Ag Pt Au

Man kan udnytte dette til at lave et **batteri**. Et batteri kan laves ved at placere to forskellige metaller i vand, således at de ikke rører hinanden. Kobles de to metaller sammen med en ledning, vil metallet der er mest villigt til at afgive elektroner forsøge at overføre elektroner til det metal der er mindst villigt til at afgive dem. De to metaller kaldes **elektroder** i et batteri. Elektroner der bevæger sig fra en elektrode til en anden gennem en ledning kaldes **elektrisk strøm**.

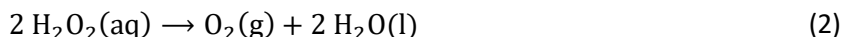
For at der kan løbe en elektrisk strøm, skal der dannes et kredsløb. Vandet, som elektroderne er placeret i, er ikke elektrisk ledende, hvorfor der skal tilsættes et stof der kan udveksle ladning mellem elektroderne. Dette stof kaldes en **elektrolyt** og er oftest en vandig opløsning af ioner, fx almindeligt køkkensalt (NaCl(aq)).

Den energi elektronerne har, når de transporteres fra den ene elektrode til den anden, kaldes **spændingen** og måles i enheden volt (V). Spændingen kan måles med et **voltmeter**. Jo større spænding, jo mere elektrisk energi har hver elektron der passer det elektriske kredsløb.

På figuren til højre er vist en opstilling for et batteri lavet af elektroderne zink og kobber, placeret i et bægerglas med vand og koblet til et voltmeter. Zink er mere villig til at afgive elektroner end kobber, og vil derfor prøve at overføre elektroner til kobber gennem ledningen. Når kredsløbet ikke er sluttet, vil der ophobe sig negativ ladning på zinkpladen. Denne kaldes derfor den negative elektrode. Et voltmeter tilsluttes, som vist på figuren, og måler den elektriske energi en elektron vil få når den bevæger sig fra den negative pol til den positive pol.



For at få et virksomt batteri, der fx kan drive en motor, skal kredsløbet sluttet ved at tilsætte en elektrolyt. Det er dog ikke tilstrækkeligt, da kobber ikke findes som ioner, men som metal. Derfor skal der tilsættes et stof der kan optage de elektroner der afgives ved den negative pol. Her kan anvendes hydrogenperoxid, der også kaldes brintoverilte i daglig tale (H_2O_2). Dette kan spaltes til dioxygen (ilt) og vand:



Med elektroderne i vandet kan spaltningen ske i to trin ved hver sin elektrode:

Ved den negative elektrode: OX: $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$

Ved den positive elektrode: RED: $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Elektronerne der afgives ved spaltningen af hydrogenperoxid ved den negative elektrode, afgives til elektroden (der dermed bliver negativ) og vandrer gennem ledningen til den positive elektrode, hvorfra de afgives til et hydrogenperoxid molekyle mere og sammen med H^+ danner to vandmolekyler. Samlet set er der tale om den samme reaktion som reaktion (2), men hvor elektronerne løber i ledningen mellem elektroderne. Det er stadig metallernes forskellige evne til at afgive elektroner der bestemmer batteriets spænding, men det er hydrogenperoxid der giver elektronerne der løber i ledningen (den elektriske strøm).

Apparatur

250 mL bægerglas, ske, elektrodeholder med krokodillenæb, to ledninger, en letløbende motor, stativ og stativklemme.

Kemikalier

metalplader (elektroder): Cu, Fe, Zn, Mg, NaCl(s) og 3 % brintoverilte (dvs. at 3 % af massen udgøres af hydrogenperoxid og 97 % af massen udgøres af vand).

Fremgangsmåde

Del 1:

1. Fyld demineraliseret vand i et 250 mL bægerglas til 150 mL mærket.
2. Læg elektrodeholderen ovenpå bægerglasset.
3. Forbind det højre krokodillenæb i elektrodeholderen med en rød ledning til voltmeterets røde indgang, hvor der står V over indgangen (POSITIV POL).
4. Forbind det venstre krokodillenæb i elektrodeholderen med en sort ledning til voltmeterets sorte indgang, hvor der står COM over indgangen (NEGATIV POL).
5. Tænd for voltmeteret ved at dreje den runde knap over på V DC. OBS: voltmeteret skifter automatisk mellem at vise spændingen i V og mV (millivolt - en tusindedel af 1 volt), så vær opmærksom på hvad du aflæser!
6. Start med at sætte kobberpladen til den positive pol (som vist på billedet).
7. Sæt på skift de andre tre metaller i nedenstående tabel til den negative pol (som vist på billedet) og noter spændingen mellem de to elektroder i tabellen under målinger.
8. Skift kobberpladen ud i den positive pol med hhv. jern, zink og magnesium og gentag skiftet mellem metallerne således at du har målt spændingen mellem alle kombinationer vist i tabellen.



Del 2:

1. Fjern voltmeteret og ledningerne fra elektrodeholderen (som vist på billedet ovenfor).

2. Tøm bægerglasset for vand. Bægerglasset fyldes nu i stedet med 3 % brintoverilte. Heri kommes 3 skeer køkkensalt med top, og der røres rundt til saltet er gået i opløsning.
3. Vælg på baggrund af dine målinger i del 1 de elektroder, der vil give det mest optimale batteri med hensyn til spændingen.
4. Placer elektrodeholderen ovenpå bægerglasset, således at elektroderne ikke rører hinanden, men er dyppet ned i væsken.
5. Til elektroderne kobles med krokodillenæb en letløbende motor med rotorblad sat op i et stativ med stativklemme.
 - a. Noter dine observationer i væsken omkring den negative elektrode under målinger.
 - b. Noter dine observationer for motoren og propellen under målinger.
6. Prøv at skifte den negative elektrode ud med henholdsvis zink og jern.
 - a. Noter dine observationer med hensyn til motoren og propellen for hver af de to negative elektroder.

Målinger

Tabel: Målte spændinger mellem metaller. Metaller i den røde række tilsluttes pluspol på voltmeter og metallet i den sorte søjle tilsluttes negativ pol på voltmeter.

– +	Mg	Zn	Fe	Cu
Mg				
Zn				
Fe				
Cu				

Kvalitative observationer til del 2:

- Hvad observerer du ved den negative pol, når elektroderne er dyppet ned i væsken og motoren er forbundet?
- Hvad sker der med propellen på motoren når batteriet er koblet til motoren?
- Hvad sker der med propellen på motoren når den negative elektrode ombyttes til henholdsvis zink og jern?

Efterbehandling

- Hvilken sammenhæng er der mellem spændingen der måles mellem to metaller og metallernes placering i spændingsrækken?
- Hvad er det mest optimale batteri du kan bygge ud fra de metaller du har til rådighed? Hvorfor er det det mest optimale? Hvilket metal vil det være oplagt at lave batterier af, i forhold til spændingsrækken, hvis du selv kunne vælge frit?
- Ud over at et batteri gerne må have en høj spænding (dvs. så meget energi pr. ladning der transporteres mellem elektroderne), taler man også om et batteris **kapacitet**, hvor længe det kan blive ved med at levere strøm. Hvad i dit selvbyggede batteri har betydning for dit batteris kapacitet?
- Nogle batterier kan genoplades, hvilket sker ved at man tilfører elektrisk energi til batteriet. Hvad ville den tilførte elektriske energi blive anvendt til, hvis dit batteri kunne tænkes at blive genopladet?