



Indhold

Kapitel 1: Statisk Elektricitet	2
Kapitel 2: Elektricitetens Grundbegreber	5
Kapitel 3: Måleenheder i elektricitet	9
Kapitel 4: Elektriske kredsløb	13
Kapitel 5: Elektricitet i Hverdagen	19
Kapitel 6: Batterier	24
Kapitel 7: Strøm gennem væsker	29

lavet i samarbejde med ChatGpt4.0

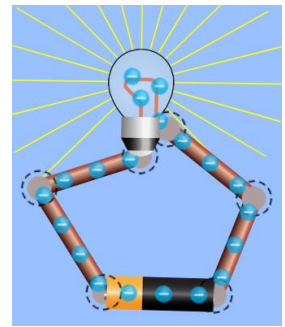
Kapitel 1: Statisk Elektricitet

1. Elektricitetens Grundelementer

Forestil dig en verden, hvor usynlige kræfter bevæger sig omkring os hvert sekund. Når vi tænder for en lampe, oplader vores telefon eller lytter til musik, er det alt sammen takket være elektricitet.

Men hvad er elektricitet egentlig? Det starter med noget meget småt, nærmest mystisk: *en ladning*. Ladninger er de partikler, der bærer elektricitet, og de kan være enten *positive eller negative*.

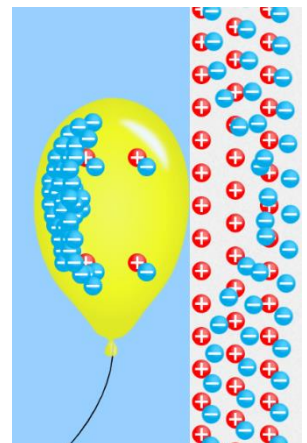
I en simpel ledning er det de negative ladninger, der bevæger sig. Disse negative ladninger er kendt som *elektroner*. Men elektricitetens rejse er ikke begrænset til ledninger. Den kan også navigere gennem væsker ved hjælp af ioner (ioner er atomer der har mistet eller optaget elektroner), hvilket gør dem enten positivt eller negativt ladet. Desuden kan elektricitet flyde gennem specielle typer af plastik, hvilket er det, der gør vores smartphones og tablets følsomme over for vores berøringer. I naturens kan man finde elektricitet i fænomener som lyn, hvor ladninger bevæger sig gennem luften, et spektakulært eksempel på naturens kraft.



2. Statisk Elektricitet i Hverdagen

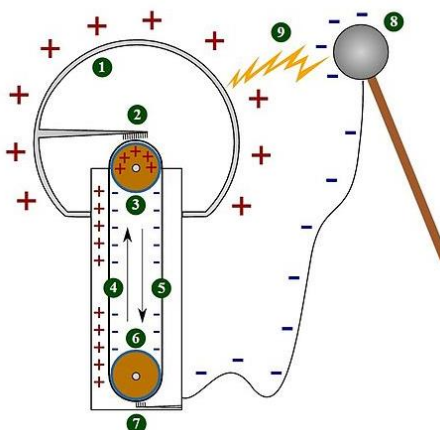
Et af de mest almindelige eksempler på elektricitet, som vi støder på i vores daglige liv, er statisk elektricitet. Tænk på, når du hopper på en trampolin. Når din krop gnider mod trampolinen, overføres elektroner fra trampolinen til dig, hvilket gør at din krop bliver negativt ladet. Når du derefter rører ved noget eller nogen, kan der springe en lille gnist. Dette sker, fordi de negativt ladte elektroner søger at udligne sig med det positive, hvilket skaber et lille, men mærkbart stød.

Et andet dagligdags eksempel er, når du gnider en ballon mod dit hår eller din trøje. Denne handling overfører elektroner fra dit hår eller din trøje til ballonen, gør den negativt ladet, og skaber en tiltrækning mellem ballonen og andre objekter, som f.eks. en væg, hvor ballonen så kan blive hængende. Dette viser, hvordan statisk elektricitet kan skabe en laddningsforskel, der resulterer i tiltrækning eller frastødning mellem objekter.





Generator de Van de Graaff



3. Van de Graaff-generatoren og Lynets Magi

Et fascinerende apparat, der demonstrerer statisk elektricitet, er *Van de Graaff-generatoren*. Denne maskine bruger et gummibånd til at gnide mod en stålkugle, hvilket oplader kuglen med positive ladninger. Når en person rører ved denne kugle, bliver de også positive, hvilket får deres hår til at stritte, som om at de enkelte hår søger væk fra hinanden. Dette skyldes, at ens ladninger frastøder hinanden. Generatoren kan også skabe små gnister, som er små versioner af lyn. For hver cm gnisten springer kræves ca. 30.000 Volt. Volt er et udtryk for hvor meget energi der er i gnisten - og til sammenligning er der 230 Volt i en stikkontakt.

I naturen er lyn et resultat af statisk elektricitet. Tordenvejr skabes, når varme og kolde luftlag gnider mod hinanden og opbygger enorme ladningsforskelle. Når disse ladninger bliver for store, springer gnister - eller lyn - over lange afstande. Denne proces kan involvere spændinger på over 100 millioner volt. Et lyn indeholder enormt meget energi og er derfor farlige.

4. Beskyttelse Mod Lynets Kraft

Når det kommer til lyn, er forståelse og respekt for denne kraft afgørende for vores sikkerhed. Lyn søger ofte det højeste punkt og kan slå ned i træer, bygninger eller andre høje objekter. At være under et træ eller f.eks. at svømme under et tordenvejr er derfor ekstremt farligt. Bygninger med lynafledere er designet til at lede denne elektriske energi sikkert ned i jorden, hvilket beskytter både mennesker og ledningerne inde i bygningen.

En bil er et relativt sikkert sted at være under et lynnedslag, takket være dens evne til at fungere som et *Faraday bur*, hvilket betyder, at lynet løber langs bilens ydre og ned i jorden, hvilket beskytter dem indeni.

Arbejdsspørgsmål:

Forklar hvad en ladning er?

Når der løber strøm igennem en ledning strømmer der ladninger igennem den. Hvilke ladninger er der tale?

Hvad sker der når man bliver statisk elektrisk af f.eks. at hoppe på en trampolin?

Hvad er det for en tiltrækning der gør at en ballon kan hænge på væggen? (forklar med ladninger)

Ladninger kan forskellige ting - sæt kryds:

	Tiltrækning	Frastødning
Negativ >< Negativ		
Negativ >< Positiv:		
Positiv >< Positiv:		

Hvad er årsagen til at håret stritter på en person der holder på en van de *Van de Graaff*-generatoren?

Forklar hvad lyn i virkeligheden er et resultat af?

Hvilken funktion har en lynafleder på et hus?

Forklar hvorfor det er sikkert at opholde sig i en bil i et tordenvejr?

Undringsspørgsmål:

Hvad kunne der ske, hvis der ikke fandtes nogen mekanismer til at udligne elektriske ladninger? Hvilke konsekvenser kunne det have i hverdagen?

Hvilken rolle spiller materialerne i tøjet og på trampolinen for, hvordan elektronerne overføres? Kunne forskellige materialer ændre mængden af statisk elektricitet, der genereres?

Kapitel 2: Elektricitetens Grundbegreber

1. Introduktion til Elektricitet

I dette kapitel vil vi dykke ned i elektricitetens fundamentale principper, som danner grundlag for alt, hvad vi skal lære fremover. Elektricitet er mere end blot det lys, vi tænder, eller den telefon, vi oplader – det er den usynlige energi, der driver vores moderne verden.

2. Strømmens rejse gennem en ledning

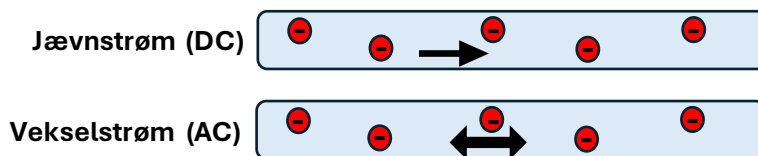
Når man tænder for en 8 W pære forventer vi at se at pæren lyser. Det sker, fordi der løber elektroner (negative ladninger) fra stikkontakten, gennem ledningen og ind i pæren og tilbage igen til stikkontakten. Faktisk løber der 217 milliarder elektroner igennem pæren hvert sekund – hvor hver af dem afgiver en lille smule energi, der får pæren til at lyse. Dette tal er et stort tal som ville skrives: 217.000.000.000.000.000.

Lad os forestille os disse elektroner som passagerer i en bus i myldretiden. De står skulder ved skulder som ”sild i en tønde”, klar til at rykke sig, men kun hvis der er plads til at bevæge sig. Hvis bussen er helt fyldt op og stopper ved et busstoppested og ingen skal af, kan ingen komme med bussen. Det er lidt situationen med elektronerne - hvis der ikke er en der forsvinder ud af den anden ende af ledningen, kan der ikke komme en ny ind i den anden ende. Man siger at der skal være et *kredsløb*.

Men hvad sker der, hvis pæren går i stykker? Det er som om, bussens døre pludselig smækker i eller ingen skal af. Passagererne (elektronerne) kan ikke længere komme ind eller ud, og hele systemet stopper. Pæren mister sin evne til at lyse, fordi strømmen af elektroner er afbrudt. Uden et komplet kredsløb – en ubrudt vej for elektronerne at rejse – kan der ikke flyde nogen elektrisk strøm.

3. Materiale og Elektrisk Ledningsevne

Nogle materialer/stoffer er gode til at lade elektronerne passere igennem andre er dårlige og i nogle tilfælde tillader materialet slet ikke at elektronerne passerer. Dette kaldes for materialets *ledningsevne*. I plastik og gummi kan elektronerne f.eks. slet ikke komme igennem, mens metaller har en god ledningsevne. Metaller som kobber, guld og sølv er fremragende til at lede elektriciteten. Sølv er den bedste leder, men på grund af tendensen til at korrodere (ruste), bruges guld ofte i stedet, og for mere praktiske anvendelser bruges kobber, som er billigere.



4. Jævnstrøm vs. Vekselstrøm

I vores dagligdag støder vi på to typer af elektricitet: *jævnstrøm (DC)* og *vekselstrøm (AC)*. I jævnstrøm bevæger elektronerne sig kun én vej (DC = Direct Current), hvorimod i vekselstrøm (AC = Alternating Current) bevæger elektronerne sig hele tiden frem og tilbage (skifter retning/veksler) – i Danmark sker dette 100 gange i sekundet (50 Hertz).

Jævnstrøm benyttes ofte i ting der kører på batterier, hvilket kunne være legetøj, mobiler og bærbarcomputere mm. Vekselstrøm derimod er det, som kommer ud af vores stikkontakt - og bruges derfor ofte i ting der får strøm fra en stikkontakt - det kunne være et komfur, mikrobølgeovn, vaskemaskine mm. Dog skal det nævnes at mange apparater faktisk laver vekselstrømmen fra stikkontakten om til jævnstrøm - et godt eksempel på dette kunne være en mobiloplader eller f.eks. et TV.



5. Elektricitetens Retning

Når man ser på et batteri, ser man at der er en positiv pol (+) og en negativ pol (-). Da elektronerne er negativ ladet vil det også være således, at der ved den negative pol er en overvægt af elektroner. Da negativ bliver tiltrukket af positiv vil disse elektroner prøve at nå frem til den positive pol for at udligne forskellen. Derfor siger man *elektronerne løber fra den negativ til den positiv pol*. Dog blev elektrisk strøm historisk i 1800-tallet beskrevet som en bevægelse fra den positiv til negativ pol - dette skete inden man helt forstod hvad elektricitet var. I stedet for at fjerne den gamle misforståelse har man valgt at beholde den gamle. Derfor siger man at: *strømmen går fra + til - men løber fra - til +*.

6. Elektricitetens Farer

Menneskekroppen er sårbar over for elektricitet og man kan risikere at dø ved at få sendt elektricitet igennem kroppen. Grunden til dette er at vores muskler (herunder hjertet) trækker sig sammen når de får en elektrisk strøm fra hjernen. Udefrakommende elektriske stød kan altså forstyrre disse signaler og i værste fald forårsage hjertestop. Dog kan elektricitet også redde liv, som det ses med en hjertestarter hvor elektriciteten får hjertet til at slå igen. Sikkerhedsreglen er klar: *arbejd aldrig med begge hænder, når du arbejder med strøm, for at undgå, at strømmen løber gennem hjertet*.

Arbejdsspørgsmål:

Hvad er det for nogle negative ladninger som løber som en strøm igennem en ledning?

Hvad vil det sige at der er kredsløb for strømmen?

Hvad sker der hvis et kredsløb bliver brudt f.eks. ved at en pære går i stykker?

Hvad kaldes den evne som et materiale har til at lade strømmen passere igennem?

Hvordan vil du sige at materialets evne til at lede strømmen er?

	Lav	Middel	Høj
Plastik			
Sølv			
Gummi			
Guld			
Jern			
Kobber			

Hvad ville det bedste metal være at lave en ledning af?

Der findes 2 typer af strøm. Beskriv de 2 typer herunder:

- DC:
- AC:

Hvor benyttes de 2 typer af strøm oftest? Tilføj selv 3 ting?

	DC	AC
Komfur		
Lommelygte		
Computer		
Lampe		
Kaffemaskine		
Mobil		
Powerbank		

Ved hvilken pol er der overskud af elektroner?

Hvilken vej siger man at strømmen løber?

Hvorfor er det farligt at få et elektrisk stød?

Hvorfor tror du at man siger at man aldrig må arbejde med elektricitet med begge hænder?

Undringsspørgsmål:

Hvordan ville vores elektriske systemer se ud, hvis elektroner ikke var så mobile? Hvordan ville det påvirke vores daglige teknologi?

Hvilke hverdagsgenstande kunne forbedres, hvis de blev lavet af materialer med højere eller lavere ledningsevne?
Giv eksempler og begrund dit svar.

Kapitel 3: Måleenheder i elektricitet

1. Enheder i Fysik

I fysikkens verden hjælper enheder os med at måle og beskrive fænomener omkring os. Tag for eksempel enheden: *gram*, der fortæller hvor meget noget vejer (vægt), eller liter, en enhed for hvor meget noget fylder (rumfang). De to måleenheder er på en måde forbundne idet vægt og rumfang påvirker indbyrdes hinanden - altså 2 liter vand vejer mere end 1 liter osv. Sådan er det også med elektricitet; de enheder vi bruger, som Ampere og Volt, er forbundne og påvirker dermed hinanden hvilket gør det ofte svært at forstå. I det følgende skal vi se på de 4 enheder som kan beskrive en elektrisk strøm

2. Strømstyrke (Ampere)

Strømstyrke angiver, hvor mange elektroner der passerer et givent punkt i en ledning per sekund. En kraftig strøm har mange elektroner i bevægelse, mens en svag har færre. Denne mængde måles i ampere (A), der ofte repræsenteret med symbolet 'I' i formler.

3. Spænding (Volt)

Spændingen giver os et billede af, hvor meget '*energi*' hver enkelt elektron transporterer. Det er denne energi, der driver elektronerne gennem en ledning og får vores apparater til at fungere. Spænding måles i volt (V), og symboliseres med 'U' i formler. Mens et lille AA-batteri på 1,5 volt er harmløst, er de 230 volt fra stikkontakten farlige, fordi der er betydeligt mere energi i denne strøm.

4. Modstand (Ohm)

Modstand er det, der giver elektronerne udfordringer (modstand) på deres vej gennem f.eks. en ledning eller andet materiale. Det er forskelligt fra materiale til materiale hvor meget modstand de yder mod elektronerne - nogle, som metaller, giver en lille modstand, så strømmen har nemmere ved at løbe igennem. Andre, som plastik, har så høj en modstand, at de effektivt blokerer strømmen af elektroner.

Modstand måles i ohm (Ω) og er symboliseret med 'R'. Den kan påvirkes af flere faktorer:

- **Længde:** Jo længere en ledning er, desto større er dens samlede modstand.
- **Tykkelse:** En tyndere ledning har højere modstand end en tykkere ledning.
- **Materiale:** Forskellige materialer har forskellige indre modstande.

- **Temperatur:** Som regel øges modstanden med stigende temperatur.

En høj modstand i en ledning betyder altså, at elektronerne møder mere "modstand". Denne modstand omdanner energien i strømmen til *varme* således at ledningen bliver varm. Meget modstand omdanner derfor elektriciteten til varme - det er dette princip som benyttes i brødrister, varmeovne, hårtørrer, kogeplader mm.

5. Effekt (Watt)

Effekten fortæller os, hvor meget energi der bruges i kredsløbet. Effekt måles i Watt (W) og symboliseret med '**P**' (for power). En pære på 10 Watt bruger altså dobbelt så meget energi som en pære på 5 W. Oftest vil pæren på 10 Watt altså lyse kraftigere end pæren på 5 Watt.

6. Love i elektricitet

De forskellige måleenheder i elektricitet er ikke isolerede men påvirker hinanden. Ohms lov udtrykker det matematiske forholdet mellem spænding, strømstyrke og modstand. Det forholder sig nemlig således at:

$$U = R * I. \text{ (Spænding = Modstand * Strømstyrke)}$$

Ved at kende strømstyrken (Ampere) og Modstanden (Ω) kan man altså beregne spændingen uden at måle overhovedet på kredsløbet. Lad os tage eksemplet med et kredsløb der har 1 Ω modstand og en strømstyrke på 2 Ampere. Så bliver det:

$$U = 1 \Omega * 2 \text{ Ampere} = 2 \text{ Volt.}$$

En anden lov er effektloven som fortæller noget om forholdet imellem Effekt, Spænding og Strømstyrke:

$$P = U * I \text{ (Effekt = Spænding * Strømstyrke)}$$

Hvis man f.eks. har et kredsløb hvor der løber 10 Ampere igennem med 230 Volt kan man beregne effekten:

$$P = 230 \text{ V} * 10 \text{ A} = 2300 \text{ Watt.}$$

Afslutning

Med en grundlæggende forståelse af disse måleenheder er vi nu rustet til at udforske, hvordan de kombineres i forskellige elektriske kredsløb. Det næste kapitel vil kaste lys over serier, parallelle forbindelser og hvordan disse påvirker strømmen i et kredsløb.

Arbejdsspørgsmål:

I elektricitet findes 4 måleenheder skriv hvilken enhed den måles i, dets bogstav der symbolisere den og en kort forklaringen på hvad den måler

	Enhed	Bogstav	Forklaring
Strømstyrke			
Spænding			
Modstand			
Effekt			

Hvor meget spænding er der i en stikkontakt i Danmark?

Ekstra: Undersøg selv hvor meget spænding der er i stikkontakter i USA?

Modstanden i en ledning afhænger af 4 forskellige ting. Skriv hvilken og hvad der gør modstanden lille eller stor?

	Lav modstand	Stor modstand

Ohms lov ($U = R \cdot I$) kan man bruge til at beregne forskellige ting i et kredsløb. Løs opgaverne:

- a) I et kredsløb er der 2Ω modstand og 2 A . Hvad er Spændingen?

$$U =$$

- b) I et kredsløb er der 6 V og 2 A . Hvad er modstanden?

$$6 \text{ V} = R \cdot 2 \text{ A}$$

$$R =$$

- c) I et kredsløb er der 6 V og en modstand på 3Ω . Hvad er strømstyrken?

$$I =$$

Brug effektloven ($P = U \cdot I$) til at beregne forskellige ting i et kredsløb.

- a) Hvis man har en sikring der kan klare 13 ampere og spændingen er 230 V. Hvor mange Watt kan sikringen klare?

$$P =$$

- b) Hvis en elkedel bruger 2300 Watt ved en spænding på 230 Volt - hvad er da strømstyrken?

$$I =$$

Undringsspørgsmål:

Overvej hvordan temperaturændringer kan påvirke modstanden i en ledning, og hvordan dette kunne påvirke ydeevnen af en elektrisk enhed.

Overvej hvordan temperaturændringer kan påvirke modstanden i en ledning, og hvordan dette kunne påvirke ydeevnen af en elektrisk enhed.

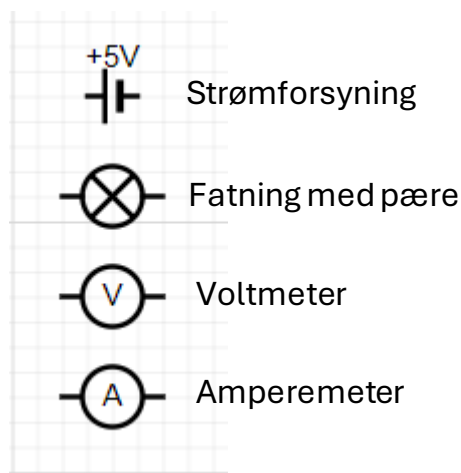
Kapitel 4: Elektriske kredsløb

1. Introduktion til Kredsløb

At sætte elektriske komponenter sammen er ikke bare leg med ledninger; det kræver forståelse og præcision. Elektronerne i strømmen, har det med at tage den nemmeste vej tilbage til strømkilden - man kan sige at *de er dovne*. Hvis man ikke arrangerer kredsløbet rigtigt, kan man ende med noget, der ikke fungerer som forventet. At der er kredsløb, er vigtigt for, at elektroner kan bevæge sig fra en strømkilde, såsom et batteri, og hele vejen tilbage igen til udgangspunktet. Et brudt kredsløb betyder at der ikke kan løbe en strøm og alt i kredsløbet dør.

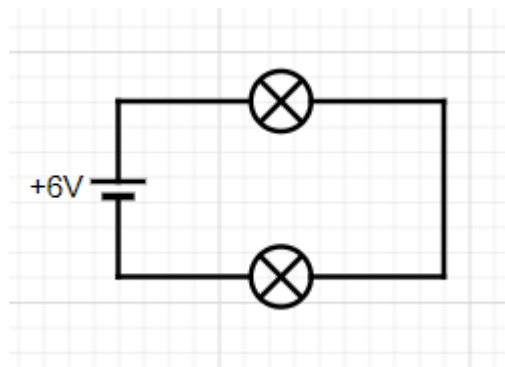
2. Kortslutning

En kortslutning sker, når modstanden i et kredsløb bliver så lav, at strømstyrken (antallet af ampere) bliver meget høj. I selv de bedste ledninger/kredsløb er der en lille modstand som laver elektriciteten om til varme. Hvis selv en lille modstand opstår, kan den enorme mængde af strøm producere meget varme, hvilket kan føre til smeltede ledninger eller endda brand. Et kredsløb med meget lav modstand kunne blot være en ledning som sættes direkte fra minus til plus polen på et batteri – her vil en kortslutning opstå med farlig varmeudvikling til følge. For at sikre sig mod at dette sker i et hus har man opfundet begrebet *sikringer* (mere om det i næste kapitel)



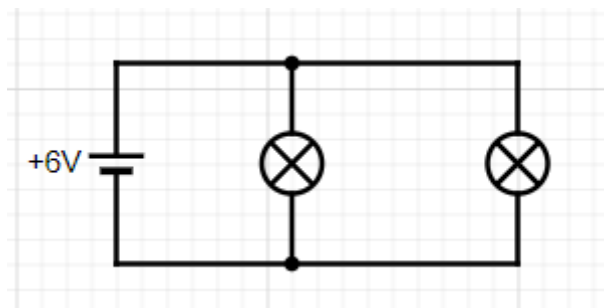
3. At Tegne kredsløb med symboler

At tegne et kredsløb hjælper os med at visualisere, hvordan elektriciteten flyder i kredsløbet. Vi bruger specifikke symboler for at repræsentere forskellige komponenter: en strømforsyning vises som to lodrette streger, en pærefatning som en cirkel med et kryds, et amperemeter som en cirkel med et 'A', og et voltmeter som en cirkel med et 'V'. Disse instrumenter måler henholdsvis strømstyrken og spændingen i et kredsløb.



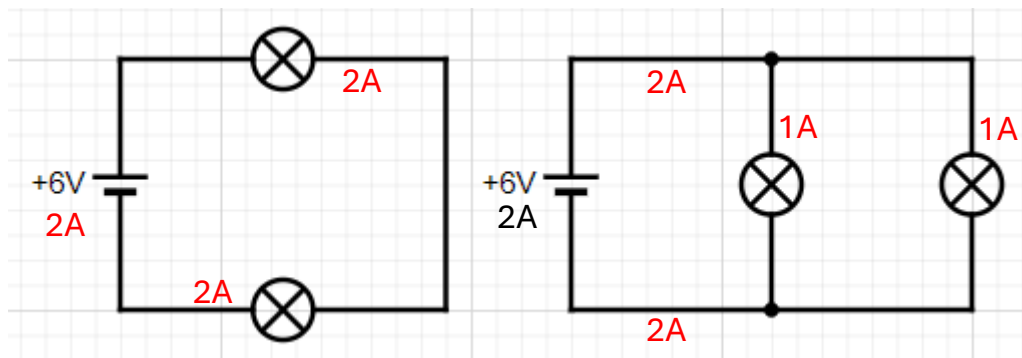
4. Serieforbindelse:

I en serieforbindelse følger elektronerne en enkelt vej gennem hver del af kredsløbet. Man kender ordet fra en serie i tv - først ser man episode 1 derefter nr 2. Således er det også i en serieforbindelse - strømmen løber først igennem den ene pære for derefter at løbe igennem den næste. Hvis én af pærene går i stykker i serien, så stopper strømmen og ingen af pærene lyser mere. Grunden til dette er at der skal være kredsløb - elektronerne skal kunne løbe fra minus og hele vejen tilbage til plus.



5. Parallelforbindelse: Vælg Din Egen Vej

I en parallelforbindelse, derimod, opdeles strømmen i forskellige veje. Hvis en pære går i stykker, vil de andre fortsætte med at lyse, da hver har sin egen uafhængige vej fra strømkilden - der vil altså stadig være kredsløb. Elektronerne kan vælge, hvilken vej de vil tage, og hvis den ene er blokeret, påvirker det ikke den anden.

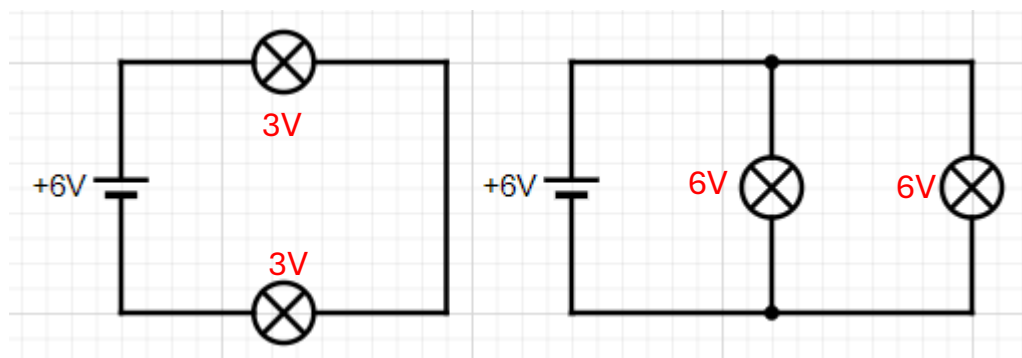


6. Strømstyrkens i serie- og parallelforbindelse

Strømstyrken angiver hvor mange elektroner der løber gennem ledningen og måles i Ampere.

I en serieforbindelse er strømstyrken den samme overalt uanset hvor man måler. Elektronerne står ”som sild i en tønde” og ingen kan bevæge sig hurtigere end de andre. Tag eksemplet med den overfyldte bus - alle bevæger sig lige så hurtigt som den som går forrest ud af bussen. Da strømstyrken fortæller noget om, hvor mange elektroner der løber gennem ledningen, giver det god mening at strømstyrken er den samme. (se figuren)

I en parallelforbindelse fordeler strømstyrken sig derimod mellem de forskellige veje strømmen kan løbe. Dvs. elektronerne får en mulighed for enten at løbe den ene eller den anden vej. Man kan sige at strømmen deler sig som en flod der bliver delt i to grene. Det giver sig selv her at de to nye floder ikke kan indeholde den samme mængde vand - halvdelen af den løber i den ene gren og den anden halvdel i den anden. (se figuren)

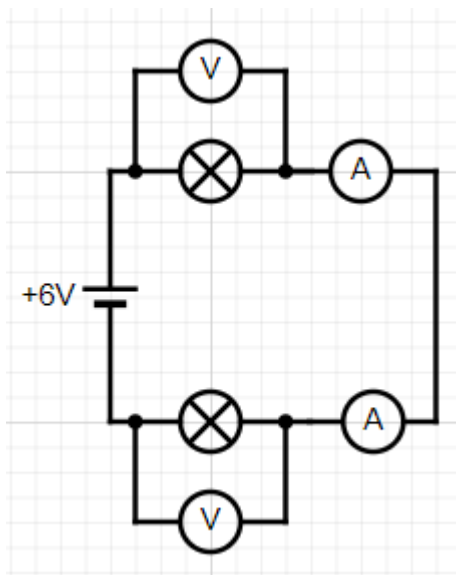


7. Spændingens i en serie- og parallelforbindelse

Spændingen beskriver den energi, som hver elektron kan afgive og måles i Volt.

I en serieforbindelse deler elektronerne deres energi mellem de to pærer i serieforbindelsen - dvs. hvis der samlet er 6 Volt vil hver pære få 3 volt. Man kan sige, at de mister lidt energi hver gang de passerer gennem en modstand/pære. (se figur)

I en parallelforbindelse forbliver spændingen derimod konstant i hver gren. Hver elektron kommer jo kun forbi en pære i stedet for 2 pærer i serieforbindelsen. (se figuren)



8. Praktisk anvendelser

Når man måler Spændingen skal man bruge et Voltmeter. Et voltmeter skal altid sættes ind i parallelforbindelse. Dette netop fordi spændingen er den samme i parallelforbindelse. Når man måler strømstyrken, skal man bruge et Amperemeter. Et ampere skal derimod sættes ind i serie fordi, at strømstyrken er den samme uanset hvor man måler i serieforbindelsen.

Rent praktisk bruger man viden om serie- og parallelforbindelser når man forbinder batterier med hinanden. Sættes de i serie så kan man lægge Voltene sammen for de forskellige batterier. Altså har man 3 AA batterier med 1,5 volt som sættes i serie fås $1,5+1,5+1,5 = 4,5$ Volt i alt.

Afslutning

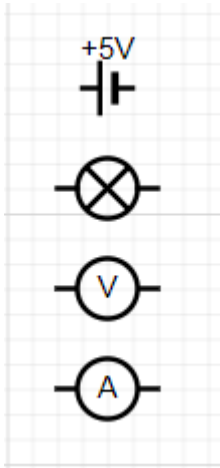
Med forståelsen af, hvordan elektricitet opfører sig i forskellige kredsløb, kan vi nu bevæge os mod mere praktiske anvendelser af elektricitet i hverdagen.

Arbejdsspørgsmål:

Kan du forklare hvad der sker i en kortslutning?

Hvordan kan det være at der kan opstå en ildebrand ud af en kortslutning?

Ved du hvad de forskellige symboler nedenfor angiver?



Kan du tegne en serieforbindelse med 3 pærer?

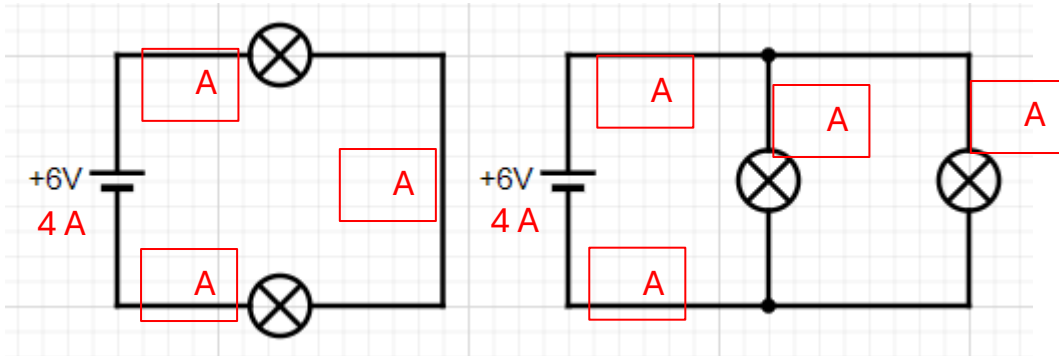
Hvis blot en af pærene går i stykker i serieforbindelsen - hvad sker der så med strømmen og de andre pærer?

Kan du tegne en parallelforbindelse med 3 pærer?

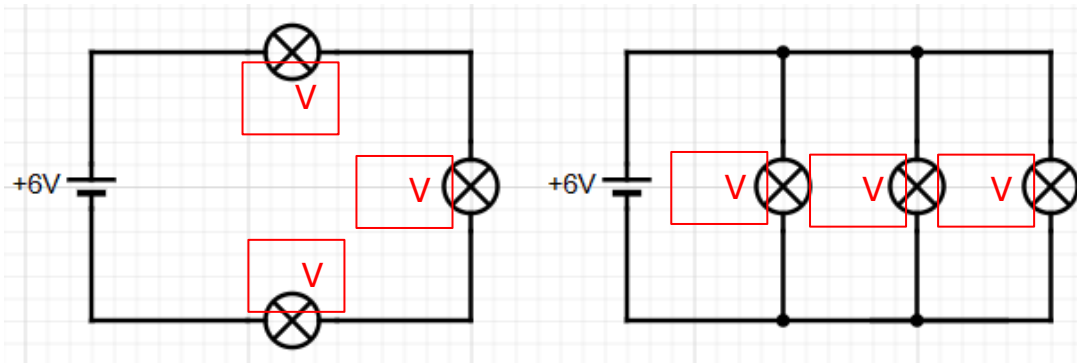
Hvis en af pærene går i stykker i parallelforbindelsen - hvad sker der så med strømmen og de andre pærer?

Hvad er forskellen på strømstyrken i en serieforbindelse og en parallelforbindelse?

I serien og parallelforbindelsen er der 4 A. Skriv hvor mange Ampere der er i de røde kasser



Hvad er forskellen på spændingen i en serie og parallelforbindelse?



I serien og parallelforbindelsen er der 6 V. Skriv hvor mange volt der er i de røde kasser

Der er forskel på hvordan et Amperemeter og et voltmeter skal indsættes i et kredsløb. Sæt kryds i tabellen.

	Sættes i Serie	Sættes i Parallelt
Amperemeter		
Voltmeter		

Nedenfor ses nogle batterier i et apparat. Hver af batterierne er et AA batteri med 1,5 V. Batterierne sidder i serie. Hvor mange Volt kan batterierne til sammen leverer til apparatet?



Kapitel 5: Elektricitet i Hverdagen

1. Elektricitetens farer

Elektricitet er en uundværlig del af moderne liv, men det kan også være farligt. Kortslutninger kan opstå, når ledninger eller apparater fejler, hvilket kan lede til en voldsom stigning i strømstyrken (ampere). Dette kan forårsage farlig varmeudvikling, som hurtigt kan starte en brand. For at undgå dette har man opfundet: *sikringer*.



2. En sikring

Sikringer har inden i sig en metaltråd, ofte lavet af sølv. Sikringen er placeret der hvor strømmen kommer ind i huset/lejligheden i det som kaldes *sikringskabet*. Hvis strømstyrken bliver for høj brænder sølvtråden over og afbryder strømmen til huset - dette kaldes at sikringen ”springer”. Således undgår man at det er ledningerne eller apparater i huset som brænder. Sikringen kan så herefter udskiftes med en ny.

Det er dog ikke kun ved kortslutninger, at sikringen kan ”springe”. Det kan også ske hvis man tænder for mange apparater på en gang.

Lad os tage et eksempel med en sikring på 10 ampere og med en spænding på 230 Volt. Her kan man beregne hvor mange Watt sikringen kan klare ved at bruge effektloven

$$P = U * I \text{ (Effekt = Spænding * Strømstyrke)}$$

$$P = 230 \text{ V} * 10 \text{ A} = 2.300 \text{ W}$$

Dette er den maksimale mængde energi, sikringen tillader uden at 'springe'. Starter man to apparater, der tilsammen kræver mere end 2300 watt, som to elkedler på hver 2000 watt, vil dette overstige sikringens kapacitet og forårsage, at den springer for at forhindre overbelastning og mulig brandfare.

3. HPFI-relæet

HPFI-relæet (Høj Person Fejlstrøms-interrupter) er en anden vigtig sikkerhedsforanstaltning i moderne elektriske systemer. Det overvåger hele tiden strømmen af elektroner som løber ind og ud af huset/lejligheden. Hvis der opstår en forskel på hvor mange der løber ind og ud afbryder den strømmen. Grunden til dette er at elektronerne muligvis er løbet igennem en menneskekrop og ud f.eks. i en radiator eller andet som har en forbindelse til jorden. Dette hurtige respons hjælper med at forhindre alvorlige skader eller død fra elektriske stød.



4. Elektricitetstransport og Superledere

Når elektriciteten transporteres fra kraftværker til vores hjem, møder den modstand i ledningerne, hvilket fører til tab af energi i form af varme. Man regner med, at ca. 10 % af elektriciteten bliver lavet om til varme fra kraftværket og ud til forbrugeren. For at minimere dette tab har man fundet på at sætte spændingen op fra 230 Volt til 100.000 Volt eller mere som kaldes *højspænding*. Dette gør man når man skal transportere elektriciteten langt.

Man har dog også opfundet ledninger som ikke har nogen modstand mod strømmen. En sådan ledning kaldes for en *superleder*. Dog kan de kun eksistere ved meget lave temperaturer så det er endnu ikke en praktisk mulighed.

5. Beregning af Energiforbrug

Når man forbruger elektricitet i hjemmet, skal man betale for den strøm man bruger. Der hvor ens sikringer og HPFI relæ befinder sig, finder man også ofte ens *strømmåler*. Den måler hvor meget strøm man bruger i en enhed kaldt kWh, som står for kiloWattTimer (kiloWattHour)

For at gøre det nemmere at forstå kan man lave et lille beregningseksempel. Forstil dig en pære der bruger 100 watt, og som er tændt alle døgnets timer hele året rundt. Her ville man kunne beregne WattTime forbruget således:

$$\text{Energiforbrug} = \text{Effekt} * \text{Timer} = 100 \text{ W} * 24 \text{ timer} = 2400 \text{ Wh}$$

På 1 kWh går der 1000 Wh så derfor kan de 2400 Wh laves om til kWh således:

$$\text{Energiforbrug} = 2400 \text{ kWh} / 1000 = 2,4 \text{ kWh}$$

Prisen for 1 kWh svinger i løbet af dagen men ligger imellem 2 - 5 kr (2024). Det vil altså sige at det koster ca.

$$\text{Daglig omkostning} = 2.4\text{kWh} * 3 \text{ kr/kWh} = 7.2 \text{ kr pr dag.}$$

På årsbasis bliver de 7 kr pr dag til et stort beløb. Derfor er det vigtigt at slukke for ens lamper og apparater som TV, playstation så de ikke bruger unødigt strøm og dermed ressourcer og penge. Man regner med at ca. 10 % af ens strømforbrug går til standby forbrug som f.eks. at ens TV ikke helt er slukket, men lyser rødt. For at være sikker på at apparater ikke bruger denne standby strøm skal man slukke på stikkontakten.

6. Udfordringer med elektricitet

I Danmark producere vi meget elektricitet som kommer fra vindmøller og solceller. Det er godt da det er vedvarende energi og godt for miljøet, men har også nogle udfordringer. De dage det ikke blæser eller solen ikke skinner særligt meget, har vi et problem med manglende elektricitet. I sådan et tilfælde må vi enten købe strøm fra udlandet eller lave den ved at brænde fossilebrændstoffer af som naturgas. Det vil her være smart hvis man kunne gemme noget af den elektricitet vindmøllerne producere til et senere tidspunkt hvor det ikke blæser. Men her er der et problem fordi *elektricitet skal bruges når den er lavet*. Hvis man vil gemme den, skal elektriciteten laves om til en anden form for energi. Det kunne f.eks. være at bruge elektriciteten til at lade et batteri op. Problemet er blot at det er dyrt og at noget af energien forsvinder i denne proces som varme i batteriet.

Arbejdsspørgsmål:

Forklar hvad en sikring skal gøre godt for?

Hvad sker der egentlig når en sikring ”springer”?

Hvis man forestiller sig at en sikring er på 13 A. Hvor mange Watt kan den trække hvis spændingen er på 230 V?

$$P = U * I$$

$$P =$$

Hvorfor er et HPFI relæ en vigtig ting?

Ekstra: Kan du forestille dig en situation hvor en person i huset får et farligt elektrisk stød men HPFI relæet ikke slår fra?

Hvad er det der gør at 10 % af energien i elektriciteten forsvinder fra kraftværket og ud til husstanden?

Hvad er fidusen i højspændingsledninger?

Forklar hvad en superleder er?

Hvilken enhed afregnes vores forbrug af elektricitet i husstanden?

Løs beregningsopgaven af energiforbrug:

En lampe er tændt hele døgnet. Den bruger 10 W.

- Hvor mange kWh bruger den om året?

- Hvor mange kr bliver forbruget til hvis 1 kWh koster 3 kr i gennemsnit?

Forklar hvad problemet er med den vedvarende strøm fra f.eks. vindmøller og solceller?

Overvej hvordan kan man gemme elektricitet til senere?

Undringsspørgsmål:

Hvordan kunne opdagelsen af superledere, der fungerer ved højere temperaturer, revolutionere måden, vi bruger og transporterer elektricitet på? Hvad kunne være nogle af de mest spændende anvendelser?

Overvej virkningerne af, at elektricitet koster penge. Hvordan påvirker det folks adfærd? Hvordan kunne en lavere eller højere pris på elektricitet påvirke miljøet?

Tænk på de udfordringer, der er forbundet med vedvarende energikilder som vind og sol. Hvordan tror du, man bedst kan løse problemet med deres uforudsigelige natur? Hvordan kunne man optimere opbevaring af overskydende energi?

Kapitel 6: Batterier

1. Batteriets grundlæggende egenskaber

Batterier er små strøm-kilder, der kan drive alt fra lommelygter til mobiltelefoner. De har to vigtige dele: en positiv pol (kaldet katode +) og en negativ pol (kaldet anode -). Katoden er positiv, fordi den tiltrækker elektroner, derimod er Anoden negativ fordi den afgiver elektroner. Disse elektroner rejser gennem et kredsløb for at nå fra den negativ/minus pol (Anoden) tilbage til den positive/plus pol (katoden), hvilket skaber en elektrisk strøm.

Den strøm et batteri leverer er altid jævnstrøm (DC) - som i modsætning til vekselstrøm (AC) kun bevæger sig en vej nemlig fra den negative til den positive pol. Batteriets energi kommer fra kemiske reaktioner inden i batteriet, der omdanner *kemisk energi* til *elektrisk energi*. Som med alt energiomdannelselse bliver der også dannet noget varme når energi omdannes, hvilket man selv kan opleve når man bruger sin mobil eller computer - så bliver den varm.

2. Kortslutninger

En kortslutning af et batteri kan ske, når man kommer til at forbinde den positive pol med den negative pol med en ledning som har en meget lav modstand (Ohm). Det fører til at en masse elektroner kan bevæge sig meget hurtigt fra den negative til den positive pol, hvilket igen giver en meget høj strømstyrke (Ampere) og en hurtig varmeudvikling. På den måde kan alt energien inden i batteriet frigives på meget kort tid. Dette kan være farligt og i nogle tilfælde starte en brand pga varmeudviklingen. Brand i elbilsbatteri og elcykelbatteri (lithium batterier) er meget svære at slukke og batteriet kan brænde videre selv under vand.

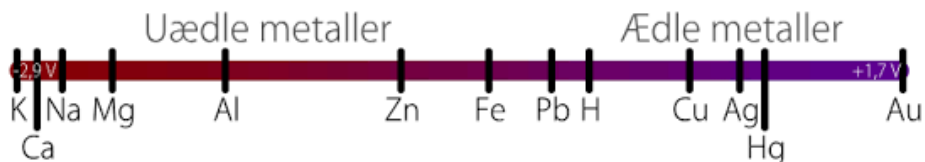
3. Flade batterier

Men hvad sker der så når ens batteri bliver fladt? Når et batteri bliver fladt (også kaldet afladet) er det fordi at batteriet ikke længere kan opretholde den nødvendig spænding (Volt). Det betyder at batteriet ikke længere kan levere den energi til strømmen som der skal til for at kunne drive et apparat. Hvis man f.eks. har et 1,5 Volt AA batteri vil man kunne måle at spændingen med et voltmeter falder til f.eks. 1 Volt når batteriet bliver fladt.

Ofte når man har elektriske apparater benyttes flere AA batterier som sidder i en serieforbindelse. Hvis man f.eks. har 2 AA batterier på hver 1,5 Volt betyder det at apparatet med 2 batterier kræver $1,5+1,5 \text{ V} = 3 \text{ V}$. Når spændingen fader på batterierne stopper apparatet med at fungere. Dog skal man her være opmærksom på, at det sagtens blot kan være det ene af batterierne der er fladt (afladt) mens det andet stadig er helt fint. På den måde smides mange gode batterier ud hver dag.

4. Spændingsrækken - batteriets kemiske hjerte

Hvor kommer den kemiske energi fra inden i et batteriet? Spændingsrækken er afgørende for at forstå hvor et batteris energi kommer fra. Metaller har nemlig forskellige evner til at afgive og optage elektroner. Nogle metaller er meget glade for at afgive sine elektroner. De forskellige metaller's glæde ved at afgive elektroner kan opsættes i en rækkefølge som kaldes spændingsrækken (set nedenfor)

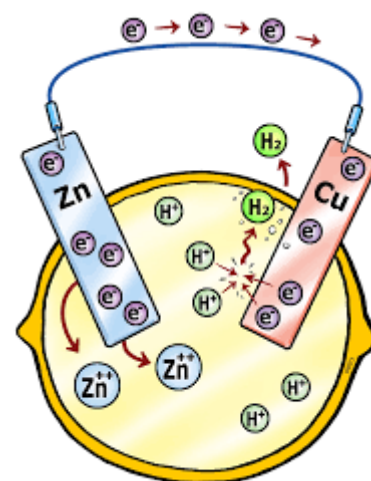


Jo længere til venstre et metal står i rækken ovenfor jo gledere er metallet for at afgive sin elektroner. Denne viden kan man bruge til at lave et simpelt batteri - *det gælder blot om at vælge to metaller der står langt væk fra hinanden i spændingsrækken.*

De første batterier bestod f.eks. af Zink og Kobber plader. Her vil Zinkpladen rigtig gerne give elektroner til Kobberpladen. Imellem de to metaller befinder sig en væske som kaldes en *elektrolyt* - den forhindrer elektronerne i at vandre direkte fra zink til kobber. Når elektronerne derfor får mulighed for at vandre igennem en ledning fra Zink til Kobber vil de gøre det og skabe en strøm.

5. Et simpelt batteri - Citronbatteriet

Du kan eksperimentere med disse principper ved selv at lave et simpelt batteri med en citron. Citronsyren i citronen agerer som elektrolyt, og ved at indsætte en zink- og kobber plade i citronen, opstår der en kemisk reaktion, der producerer elektricitet. Zink vil nemlig afgive elektroner, der strømmer gennem ledningen til kobberet. Dette gør Zink til Anode (-) og Kobber til Katode (+)



Når Zink atomerne afgiver elektroner vil den blive til en positiv ion Zn^{++} som strømmer ud i Citronvæsken. Derimod vil kobber tiltrække positive Hydrogen/Brint ioner som mangler en elektron. Hydrogenionerne stammer fra citronsyren (alle syrer indeholder hydrogenioner). Hydrogen ionen får en elektron og bliver dermed til et hydrogen atom. To Hydrogen atomer finder sammen og danner Hydrogen/Brint gas. Det bobler altså ved kobber elektrode. Denne simple demonstration afslører den grundlæggende mekanisme bag de fleste simple batterier.

6. Genopladelige batterier

Hvad sker der så når alle zink-atomerne er blevet til ioner eller når der ikke er flere Hydrogen ioner i citronen? Kort sagt kan man sige at batteriet er fladt (afladt) og ikke duer længere. I nogle batterier er det muligt at genskabe den negative pol og elektrolytten ved vende rundt på den negative og positive pol så elektronerne og ionerne kan bevæge sig tilbage til deres oprindelige tilstand. Et sådan batteri kaldes for et genopladeligt batteri som findes i mange versioner, hvor den mest populært er lithium batterier. Det er smart da man så kan genbruge batteriet men disse batterier møder også udfordringer som f.eks. kapacitetsfald (den energi batteriet indeholder falder) og en langsom nedbrydning af de enkelte dele af batteriet. Dette gør at der er grænser for hvormange gange man kan oplade et genopladeligt batteri. Selv de bedste batterier i mobiltelefoner og elbiler skal derfor på et tidspunkt skiftes fordi de bliver dårligere over tid.

Hvis man vil være god overfor sit lithium batteri i sin mobil skal man holde sig indenfor 20 % til 80 %. Lithium batteriet har ikke godt af at blive totalt afladt eller helt fuldt opladt da det skader den interne opbygning af metaller og elektrolyt i batteriet.

7. Udfordringer i lithiumbatteriproduktionen

Lithiumbatterier står over for en række produktionsudfordringer. Udvinning af lithium kræver betydelige mængder vand, hvilket kan tære på lokale vandressourcer, særligt i områder som Atacamaørkenen i Sydamerika der har store Lithium forekomster. Kobolt er et andet vigtigt metal i lithium-batterier, som også udvindes under bekymrende forhold i lande som f.eks. Congo i Afrika.

Et interessant alternativ til Lithium er grundstoffet Natrium. Natrium er placeret lige under Lithium i det periodikesystem. Det gør at Natrium på mange områder ligner Lithium og kan derfor også bruges til batterier. Natrium er nemt at fremstille i det saltvand indeholder Natriumchlorid (NaCl). Problemet er blot at Natrium vejer 3 gange så meget som Lithium hvilket vil gøre en natrium elbil meget tungere.

8. Batteriers rolle i den grønne omstilling

Batterier spiller en afgørende rolle i vores overgang til grønnere energikilder (vedvarende energi). De gør det muligt nemt at lagre energi fra vedvarende kilder som vind og sol, hvilket er kritisk for at balancere energiforbrug. På dage med høj elektricitet produktion, men lavt forbrug, kan overskydende elektricitet gemmes i batterier og bruges senere. Fremtidens energisystem kan inkludere et netværk af elbiler og husbatterier, der ikke kun forbruger energi, men også fungerer som midlertidige lagringsenheder, der bidrager til energinetværket efter behov. Det kræver dog at elektriciteten kan løbe ud af elbilerne tilbage til elnettet hvilket de fleste ikke har mulighed for i dag.

Arbejdsspørgsmål:

Et batteri har to poler. Hvad adskiller de to poler fra hinanden og hvad kaldes de også?

-
-

Hvilken pol kommer elektronerne ud fra?

Hvilken type strøm leverer et batteri altid?

Hvor kommer energien fra inde i batteriet?

Hvorfor kan det være farligt at kortslutte et batteri?

Hvis man måler hvor mange Volt et fladt 1,5 V AA batteri giver. Hvad vil man da oftest måle?

Forklar hvad handler spændingsrækken om?

Hvis du skulle lave et batteri af 2 metaller - hvilke to ville du da vælge?

Hvilken rolle spiller elektrolytten inden i batteriet?

Et simpelt batteri består af Zink og Kobber. Hvem vil optage eller afgive elektroner?

- Zink:
- Kobber:

Prøv at forklar hvorfor en citron med en Zink plade og kobber plade i kan virke som et batteri?

Hvad sker der i et genopladeligt batteri når man oplader det?

Kan du beskrive et eller to af problemerne i produktionen af Lithium batterier?

Undringsspørgsmål:

Hvis man skulle lave citronbatteriet genopladeligt - hvad skulle man så gøre?

Forestil dig, at du er en ingeniør med opgaven at designe det næste generation af batterier. Hvilke nye materialer eller teknologier kunne du overveje at bruge for at forbedre ydeevnen og sikkerheden ved batterierne?

Kapitel 7: Strøm gennem væsker

I de tidligere kapitler er der primært set på hvordan elektricitet kan gå igennem metaller i ledninger. Dog blev det nævnt, at elektricitet også kan gå igennem væsker - dette kaldes for: *elektrolyse*. I dette kapitel handler det om hvordan dette kan lade sig gøre.

1: Ioner og elektrolyse

Elektrolyse er en fascinerende proces, hvor elektrisk strøm passerer gennem en væske. Det første skridt i at forstå elektrolyse er, at kende til de væsker der kan lede elektricitet. Disse væsker kaldes elektrolytter og skal indeholde frie ioner for at kunne lede elektricitet. En ioner er et atomer eller molekyl, der har afgivet eller optaget elektroner, hvilket giver dem en positiv eller negativ ladning. Eksempelvis er saltvand en god elektrolyt, fordi det indeholder Natrium-ioner (Na^+) og Klorid-ioner (Cl^-), som kan transportere elektrisk ladning gennem vandet.

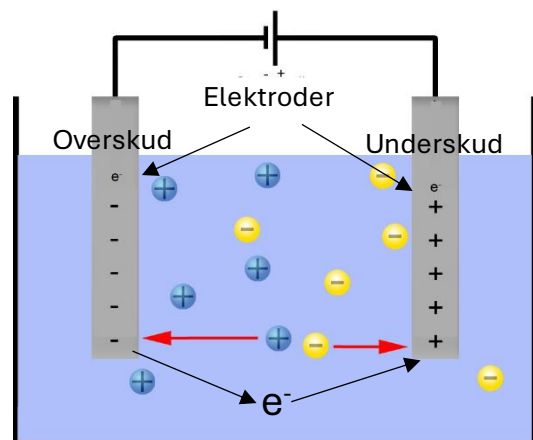
2: Opsætning til Elektrolyse

For at udføre elektrolyse har vi ud over ioner også brug for en strømkilde, der leverer jævnstrøm (DC), samt to elektroder. En elektrode kunne være en metal- eller kulstofstang. Den ene elektrode er forbundet til den positive pol og den anden elektrode er forbundet til den negative pol på strømkilden. Når elektroderne nedsænkes i elektrolytten, kan strømmen passere gennem væsken. Den negative elektrode kaldes en katode mens den positive kaldes en anode. Bemærk at det forholder sig direkte omvendt for et batteri hvor der her er byttet rundt på anode og katode.

3: Elektrisk Strøm i en Elektrolyt

Når der tændes for strømkilden går elektrolysen i gang i væsken. Det der sker er, at der ved den negative elektrode (katode) skabes et overskud af elektroner (elektronerne kommer jo fra den negative pol). Dette overskud vil tiltrække ioner som er i underskud af elektroner. Det gælder for de positive ioner i væsken. Altså negativ tiltrækker positiv. De positive ioner får ved den negative elektrode de elektroner de mangler. Derved er de ikke længere ioner men er blevet til atomer (et atom har lige mange elektroner og protoner).

Det modsatte sker ved den positive elektrode (anode). Her er der underskud af elektroner og dette underskud tiltrækker de ioner som har overskud af elektroner. Det er tilfældet for de negative ioner. De negative ioner

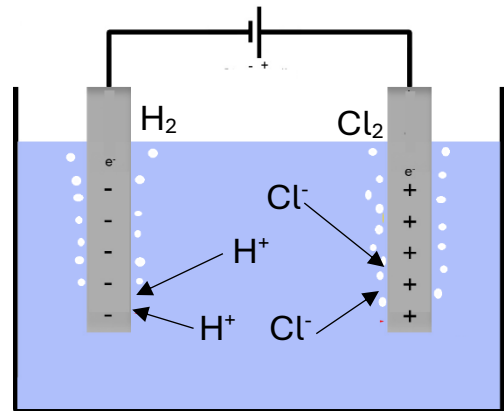


afgiver deres ekstra elektroner til den positive elektrode. Herved er de ikke længere ioner men også de er blevet til atomer.

Det som overordnet er sket er, at den negative elektrode har afgivet elektroner til væsken og den positive elektrode har modtaget elektroner fra væsken. Derved er der også løbet en strøm igennem væsken.

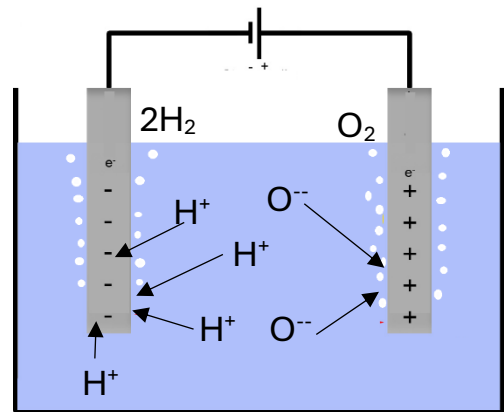
4: Elektrolyse af Saltsyre

Lad os tage et konkret eksempel med saltsyre (HCl). I saltsyre er der to typer af ioner: *En positiv Hydrogen/Brint ion H^+ og en negativ Klor-ion Cl^-* . Her vil H^+ søge mod den negative elektrode og få den elektron den mangler. Herved bliver Hydrogen ionen til et atom. Da flere Hydrogen atomer dannes går de sammen og danner Hydrogen gas H_2 der bobler op. Det modsatte sker så ved den positive elektrode hvor Klor-ionen afgiver sin ekstra elektron til den positive pol og der kommer Klor atomer. Flere Klor atomer går sammen og danner en giftig Klor gas Cl_2 der bobler op.



5: Elektrolyse af vand

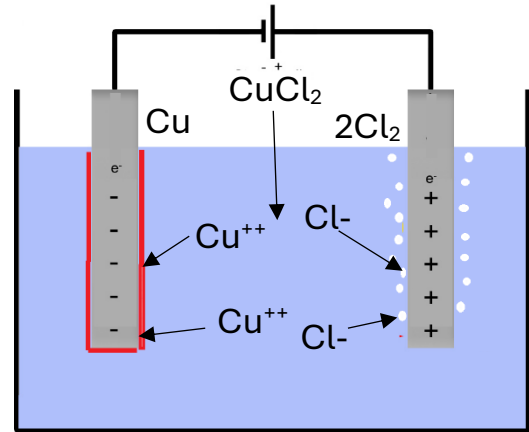
Elektrolyse anvendes bredt i industrien, især til fremstilling af Brint/Hydrogen gas ved elektrolyse af vand (H_2O). Her opdeles vandet i sine 2 bestanddele henholdsvis Hydrogen/brint gas og Oxygen/ilt gas. Dog kræver denne proces tilføjelse af en elektrolyt (en ion) som oftest Svovlsyre (H_2SO_4) for at processen overhovedet kan foregå. Man kan sige at Svovlsyren er en *katalysator*. En katalysator får en reaktion til at ske dog uden selv at blive nedbrudt.



Bemærk at der dannes dobbelt så meget Hydrogen gas som Oxygen. Dette fordi der er er dobbelt så meget Hydrogen i forhold til Oxygen i vand. Det hedder jo H_2O .

6: Metaludvinding via Elektrolyse

Elektrolyse kan også bruges til at fremstille metaller. De fleste salte består nemlig af metal-ioner f.eks. saltet JernKlorid (FeCl_2) eller saltet KobberKlorid (CuCl_2). Hvis man tilsætter et salt til f.eks. vand vil saltet være en elektrolyt som vil drive elektrolysen. Da metal-ionerne altid er positive-ioner vil metallet blive tiltrukket til den negative pol. Her vil metallet gå fra at være en ion til at være et atom. Dette vil kunne ses ved, at der dannes rent jern eller kobber på elektroden alt efter hvilke Metal-ioner der tilsættes væsken.



7: Elektrolyse i Fremtidens Energi

Elektrolyse er en vigtig teknik i industrien til fremstillingen af både metaller og gasarter mm.

I fremstillingen af Aluminium er elektrolysen f.eks. helt centralt idet aluminium forekommer på ionform i f.eks. stenarten bauxit. Denne elektrolyse kræver dog meget energi, og store aluminiumsværker placeres derfor ofte nær billige energikilder som geotermisk energi på Island.

En vigtig gasart for industrien kunne være Brint/Hydrogen som jo kan dannes ved at lave elektrolyse af vand. Gasarten er specielt vigtig for lagring af overskudsenergi fra vedvarende energikilder som vindmøller. Oftest er store vindmøller placeret langt ude på havet og de lange kabler der går fra dem til land har en stor modstand. En del af elektriciteten forsvinder altså på vejen ind til land da det omdannes til varme. I fremtiden vil man formodentlig lave en del af den elektricitet om til hydrogen/brint da det er nemmere at transportere over lange afstande. Dog er effektiviteten af elektrolysen af vand en udfordring, da en pæn del af energien går tabt som varme, men forskning arbejder på at forbedre dette.

Arbejdsspørgsmål:

Hvad kræver det for at lave en elektrolyse:

- Hvilken type strøm kræves:
- Hvad skal der være til stede i væsken:
- Hvad skal være nedsænket i væsken:

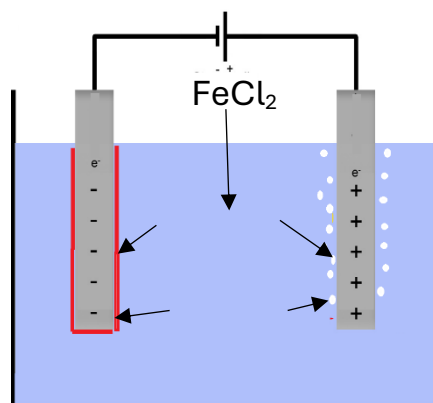
Hvilke to ioner indeholder bordsalt NaCl?

Hvad kan en elektrode være lavet af?

Forklar hvad der sker ved den negative elektrode?

Forklar hvad der sker ved den positive elektrode?

Hvis man vil lave elektrolyse af vand hvilket skal tilsættes vandet og hvilke 2 gasarter opstår?



Prøv at forudsige hvad der sker i elektrolysen af JernKlorid (FeCl_2)

Forklar hvordan elektrolyse kan være med til at løse nogle af de energiproblematikker verden har?