

<http://www.natlex.dk>

<http://www.emu.dk/>

Energi

Energi er evnen til at udføre et arbejde eller opvarme et stof.

Kaldes energien E og ændringen i energien ΔE , det udførte arbejde A og den tilførte varmemængde Q gælder

$$\Delta E = A + Q.$$

[[TOP](#)]

Energibevarelse

For et **isoleret system** gælder, at $A = 0$ og $Q = 0$ og dermed $\Delta E = 0$. Dette er **termodynamikkens 1. hovedsætning**: Den samlede energi i et **isoleret system** er konstant. Energi kan ikke opstå eller forsvinde af sig selv, men man kan i mange tilfælde omdanne energi til en anden energiform, blot er den samlede energi altid bevaret.

Energi, arbejde og varme måles i enheden J (**joule**), Wh (**Watt-time**) eller eV (**elektronvolt**).

Energikvalitet

Ved omformning af energi fra en form til en anden interesserer vi os for **energiens kvalitet**. Energi, der kan anvendes til at udføre et nyttigt arbejde har en høj energikvalitet. Ligeledes er et system med en høj temperatur i besiddelse af en større energikvalitet end et system med en lav temperatur.

Elektrisk energi

Elektrisk energi er energien i et elektrisk system, som ændres ved bevægelse af elektrisk ladning.

[[TOP](#)]

Effekt

Effekten er omsat energi pr. tid

$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$		P er effekt(forbrug) i W ΔE er energiforbruget i J Δt er tidsrummet for forbruget i s
Effekt måles i Watt (W)	$1 \text{ W} = 1$	$\frac{\text{J}}{\text{s}}$

Energiforbrug

Ud fra formlen for effekt kan energiforbruget beregnes

$\Delta E = P \cdot \Delta t$		ΔE er energiforbruget i J P er apparatets effekt i W Δt er tidsrummet for forbruget i s
-------------------------------	--	---

$1 \text{ J} = 1 \text{ W s}$ og dermed $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 1000 \text{ W} \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 3,6 \text{ MJ}$, idet vi skriver time med den engelske forkortelse h for hour. kWh er den energienhed vi normalt bruger til at måle forskellige apparaters energiforbrug.

Kemisk energi

Kemisk energi er energi, der er bundet i et stof og som kan frigøres ved kemiske processer.

[TOP]

Fotosyntesen

Fotosyntesen er den kemiske reaktion, hvor planter binder strålingsenergi fra Solen i organisk stof.



Planterne kan omdanne druesukkeret, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ til de forskellige materialer planten har brug for.

[TOP]

Forbrænding

Når stof **forbrænder** indgår det i en kemisk reaktion med ilt O_2 .

Dyr kan ikke selv skaffe sig energi direkte fra sollyset. De udnytter i stedet energien oplagret i de organiske stoffer i planterne.



Vi mennesker udnytter også den solenergi der er oplagret i planternes (eller dyrenes) organiske materiale enten via føden eller via afbrænding af fossile brændsler. Man skelner mellem **fuldstændig** - og **ufuldstændig forbrænding**.



Den fuldstændige forbrænding foregår, hvis der er rigeligt med ilt til stede til processen. Hvis dette ikke er tilfældet, bliver forbrændingen ufuldstændig.

[TOP]

Brændværdi

De mest anvendte brændstoffer i samfundets energiudnyttelse er de fossile brændsler som kul, naturgas, benzin og olie. Disse brændsler er en blanding af forskellige stoffer. Ca.90% af den naturgas, der udvindes fra de danske felter i Nordsøen er methan CH_4 . Disse blandingsforhold skal der tages højde for når den frigivne energi skal beregnes. Det er heller ikke i denne sammenhæng praktisk at regne i frigjort energi pr. mol. Man angiver i stedet den såkaldte **brændværdi**.

Brændværdien er den energi, der frigives pr. kg af et brændsel ved fuldstændig forbrænding.

Mekanisk energi

Ændring i **mekaniske energi** er summen af ændringer i kinetisk- og potentiel energi

$$\Delta E_{\text{mek}} = \Delta E_{\text{kin}} + \Delta E_{\text{pot}}$$

[TOP]

Kinetisk energi

Kinetiske energi kaldes også **bevægelsesenergi**.

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} mv^2$$

E_{kin} er genstandens kinetiske energi
 m er massen af genstanden i kg
 v er genstandens hastighed i m/s

Ændringen af den kinetiske energi er ændringen af energien af en genstand i bevægelse.

$$\Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2$$

ΔE_{kin} er ændringen i genstandens kinetiske energi
 m er massen af genstanden i kg
 v_1 og v_2 er genstandens start- og slut hastighed i m/s

ex. Vindens energiindhold

[TOP]

Potentiel energi

Potentielle energi kaldes **beliggenhedsenergi**. Ændringen af den potentielle energi er ændringen af energien af en genstand løftet til en vis højde.

$$\Delta E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot \Delta h$$

ΔE_{pot} er ændringen i genstandens potentielle energi i J
 m er massen af genstanden i kg
 Δh er højdeændringen af genstanden i m
 $g = 9,82 \text{ m/s}^2$ er tyngdeaccelerationen

Elektromagnetisk stråling

Synligt lys er **elektromagnetisk stråling**. Andre eksempler på elektromagnetisk stråling er infrarød stråling (varmestråling), ultraviolet stråling, mikrobølger, radio- og TV-signaler og røntgenstråling.

Alle typer af elektromagnetisk stråling kan beskrives som en bølgeudbredelse af svingende elektriske og magnetiske felter. Der findes også en helt anden model til at beskrive elektromagnetisk stråling med. Disse to modeller kan hver for sig kun beskrive visse egenskaber ved strålingen. For at få en komplet beskrivelse må man anvende begge modeller.

[[Top](#)]

Bølgemodellen

Elektromagnetisk stråling er bølger, der i lufttomt rum udbreder sig med **lysets hastighed** $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s.

Bølger er karakteriseret ved **bølgelængden** λ , der er afstanden mellem to bølgetoppe (eller to bølgedale) og **frekvensen** f , der er antallet af bølgetoppe, der passerer et bestemt sted. Frekvens måles i svingninger pr. sekund, der også kaldes Hertz, $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$.

Sammenhængen mellem bølgelængde og frekvens er givet i **bølgeligningen**

$c = \lambda \cdot f$	$c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s er lysets hastighed i lufttomt rum
	λ er bølgelængden i m
	f er fotonens frekvens i Hz

Heraf ses, at bølgelængden og frekvensen er **omvendt proportionale**, altså jo større bølgelængde des mindre frekvens og omvendt.



Regnemaskinen herunder omregner mellem bølgelængde (m) og frekvens (Hz). Indtast en af værdierne i felterne herunder og klik udenfor boksen, så beregnes den anden.

Bølgelængden $\lambda =$ m svarer til frekvensen $f =$ Hz

reset

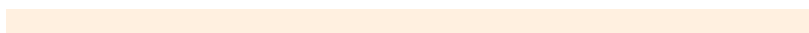
[[Top](#)]

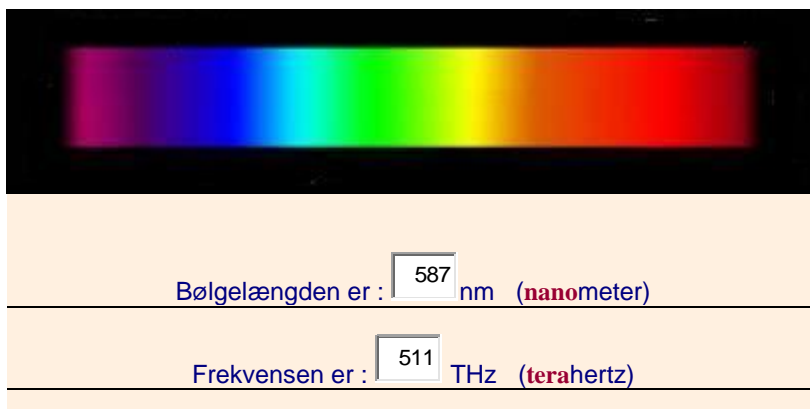
Synligt lys' spektrum

Sendes hvidt lys gennem et tresidet glasprisme, vil lyset splittes op i dets farvebestanddele, der tilsammen udgør det hvide lys' **spektrum**. Hvidt lys er altså sammensat af mange forskellige farver, hver med sin karakteristiske bølgelængde og frekvens.

Synligt lys er en lille del af det elektromagnetiske spektrum.

Du kan få vist bølgelængden og frekvensen ved at føre musen hen over billedet herunder.





Partikkelmodellen

Elektromagnetisk stråling består af en type partikler kaldet **fotoner**, der er **energi-kvanter**. Et energi-kvant er en (meget) lille energi-portion (kvantum). Fotonens energi er givet ved

$E = h \cdot f$	E er fotonens energi i J h er fotonens frekvens i Hz $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ kaldes Planck konstanten
-----------------	--

Heraf ses, at fotonenergien er **ligefrem proportional** med frekvensen, altså jo større frekvens des større fotonenergi

Kerneenergi

Bindingsenergi

Fusion

Fusion i Solen

Fusion på Jorden

Fission

Kædereaktioner

Bindingsenergi

Bindingsenergien er den energi, der frigøres, når en kerne sættes sammen af nukleoner. En lige så stor energimængde skal der selvfølgelig bruges for at splitte kernen ad igen i protoner og neutroner.

Bindingsenergier måles normalt i MeV (Mega **elektronvolt**).

Her findes en **regnemaskine** til omregning mellem forskellige energienheder.

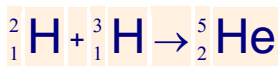
Det ses af figuren, at den maksimale bindingsenergi pr. nukleon findes i området omkring nukleontallet 56, dvs kerner omkring jern (Fe). Der kan vindes energi ved at kerner med et nukleontal større end 56 spaltes eller ved at kerner med et nukleontal mindre end 56 smeltes sammen.

ex. 1 Uran-236 splittes ad i protoner og neutroner og disse samles derefter til krypton-92 og barium-144



Uran-236 har en bindingsenergi på 7,59 MeV/nukleon. Det vil derfor koste en energi på 7,59 MeV/nukleon · 236 nukleoner = 1791 MeV at splitte denne kerne ad i protoner og neutroner. Krypton-92 har en bindingsenergi på 8,62 MeV/nukleon mens barium-144's er 8,27 MeV/nukleon. Samles krypton-92 af nukleonerne fra uran-236 frigøres der en energimængde på 8,62 MeV/nukleon · 92 nukleoner = 793 MeV mens der frigøres 8,27 MeV/nukleon · 144 nukleoner = 1191 MeV når barium-144 samles. Den vundne energi ved at spalte en uran-236 kerne er da 1191 MeV + 793 MeV - 1791 MeV = 193 MeV.

ex. 2 Deuterium (tung brint) og tritium (supertung brint) smeltes sammen til helium-5.



Deuterium og tritium har en bindingsenergi på henholdsvis 1,11 MeV/nukleon og 2,83 MeV/nukleon. Det vil altså koste en energimængde på 1,11 MeV/nukleon · 2 nukleoner + 2,83 MeV/nukleon · 3 nukleoner = 2,22 MeV + 8,49 MeV = 10,71 MeV at splitte disse to kerner ad i deres bestanddele. Da helium-5s bindingsenergi er 5,48 MeV/nukleon frigøres der en energimængde på 5,48 MeV/nukleon · 5 nukleoner = 27,40 MeV ved at samle denne kerne. Den vundne energi ved at smelte deuterium og tritium sammen til helium-5 er altså 27,40 MeV - 10,71 MeV = 16,69 MeV dvs ca 17 MeV.

[[Top](#)]

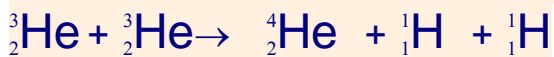
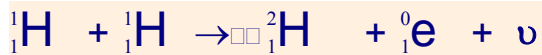
Fusion

Fusion er en kernereaktion, hvor to lette atomkerner smeltes sammen til én atomkerne med større masse under **frigivelse af energi**.

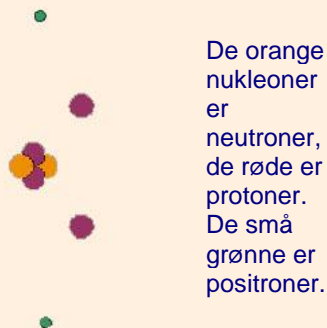
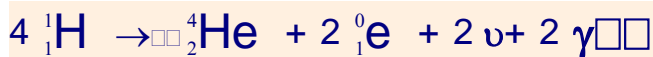
[Top]

Fusion i Solen

Det er fusionsprocesser, der i Solen producerer de enorme energimængder, der udstråles. De dominerende processer i Solens indre er



Totalprocessen bliver at fire protoner omdannes til en heliumkerne og nogle andre partikler under samtidig **energifrigørelse**.



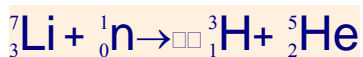
[Top]

Fusion på Jorden

I laboratoriet forsøger man at **producere energi** ved at få deuterium (tung brint) og tritium (supertung brint) til at fusionere



Deuterium kan udvindes fra havvand. Tritium kan fremstilles ved at lade neutroner kolliderer med lithium-7

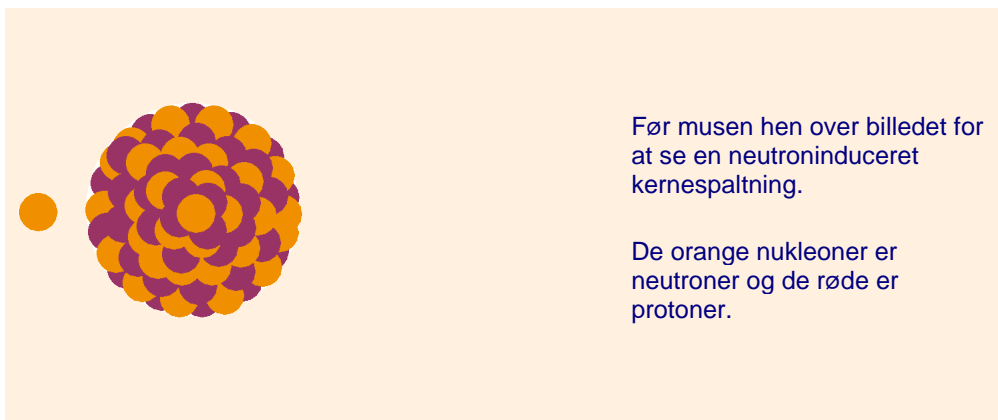


Denne proces kræver en **neutronkilde**.

[Top]

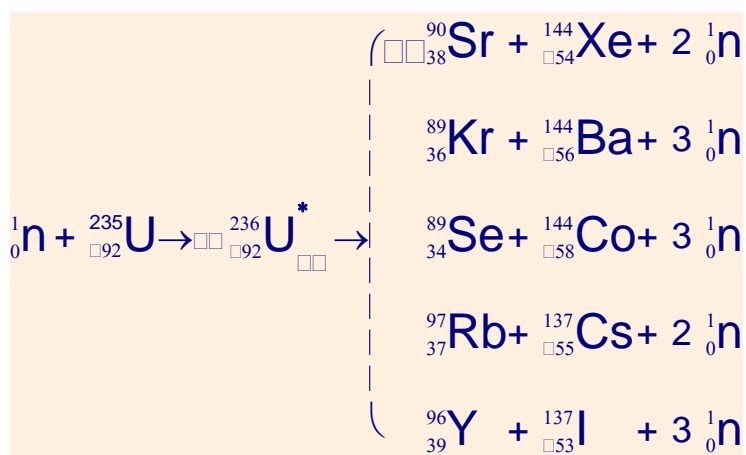
Fission

Fission er en kernereaktion, hvor en tung atomkerne spaltes til lettere atomkerner under **frigivelse af energi**.



Fission udnyttes i atomkraftværker og atombomber.

Oftest spaltes uran-235. Da denne atomkerne kun i ringe grad er i stand til at fissionere spontant er det nødvendigt at starte processen med en **neutronkilde**. Man taler om **neutroninduceret fission**. Atomkernen uran-236*, der dannes som en mellemtilstand, er i en eksiteret tilstand. Denne eksisterer kun i en meget kort tidsrum, hvorefter den fissionerer. Spaltningen resulterer ikke hver gang i de samme **fissionsprodukter**. Herunder er oplyst fem forskellige muligheder. Normalt dannes to kerner med massetal omkring 90 og 140 samt to eller tre neutroner. Samtidig frigøres en energi på omkring 200 MeV.



[Top]

Kædereaktioner

Ved **neutroninduceret fission af uran-235** dannes der 2 - 3 neutroner - i gennemsnit 2,5 neutroner - ved hver kernespaltning. Hvis der er tilstrækkeligt mange uran-235 kerner til stede er det muligt, at disse frigjorte neutroner kan spalte flere urankerner. Disse frigør så endnu flere neutroner, der kan spalte endnu flere urankerner. Denne proces kaldes en **kædereaktion**. For at en kædereaktion kan forløbe skal to betingelser være opfyldt. Der skal produceres mere end én fissionsinducerende neutron pr. kernespaltning. Desuden skal der være en vis mindste mængde fissionsmateriale til stede. Denne mindste mængde kaldes den **kritiske masse**

Varmekapacitet

Ved opvarmning af et stof er tilvæksten i termisk energi proportional med temperaturtilvæksten:

$$\Delta E = C \cdot \Delta T$$

$$\Delta E = E_{\text{slut}} - E_{\text{start}} \text{ i J}$$

$$\Delta T = T_{\text{slut}} - T_{\text{start}} \text{ i grad, } ^\circ\text{C eller K}$$

C er legemets varmekapacitet i J/grad, J/ $^\circ\text{C}$ eller J/K

Et legemes **varmekapacitet** er den energi, der skal tilføres, for at opvarme legemet 1 $^\circ\text{C}$ eller K.

Et legemes varmekapacitet er proportional med legemets masse:

$$C = m \cdot c$$

C er legemets varmekapacitet i J/grad, J/ $^\circ\text{C}$ eller J/K

m er legemets masse i kg

c er legemets specifikke varmekapacitet i J/(grad \cdot kg) , J/($^\circ\text{C} \cdot$ kg) eller J/(K \cdot kg)

Et stofs **specifikke varmekapacitet** er den energimængde, der skal tilføres for at opvarme 1 kg af stoffet 1 grad.

Samlet fås

$$\Delta E = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Delta E = E_{\text{slut}} - E_{\text{start}} \text{ i J}$$

m er legemets masse i kg

c er legemets specifikke varmekapacitet i J/(grad \cdot kg) , J/($^\circ\text{C} \cdot$ kg) eller J/(K \cdot kg)

$$\Delta T = T_{\text{slut}} - T_{\text{start}} \text{ i grad, } ^\circ\text{C eller K}$$



Ændr værdierne for **m** , **c** eller ΔT og klik uden for boksen

m = kg , c = J/(K \cdot kg) og ΔT = K giver ΔE = J

Reset

[[Top](#)]

Smeltevarme

Et stofs **smeltepunkt** eller **frysepunkt** er den temperatur, hvor stoffet findes i en blanding af fast- og flydende form.

Et stofs **smeltevarme**, L_s er den energimængde, der skal tilføres pr kg for at smelte stoffet ved dets smeltepunkt.

Ved smeltning af et stof skal der tilføres energien:

$$\Delta E = m \cdot L_s$$

$$\Delta E = E_{\text{slut}} - E_{\text{start}} \text{ i J}$$

m er legemets masse i kg

L_s er legemets smeltevarme i J/kg

[[Top](#)]

Fordampningsvarme

Et stofs **kogepunkt** eller **fortætningspunkt** er den temperatur, hvor stoffet findes i en blanding af flydende- og gasform.

Et stofs **fordampningsvarme**, L_f er den energimængde, der skal tilføres pr kg for at fordampe stoffet ved dets kogepunkt.

Ved fordampning af et stof skal der tilføres energien:

$$\Delta E = m \cdot L_f$$

$$\Delta E = E_{\text{slut}} - E_{\text{start}} \text{ i J}$$

m er legemets masse i kg

L_f er legemets fordampningsvarme i J/kg

Syre

En **syre** er et stof, der kan afgive en **hydron** (H^+ -ion, **proton**).
 H^+ -ionen kan ikke eksistere frit, men skal optages af et andet molekyle eller ion.



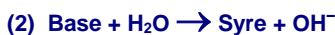
H_3O^+ kaldes en **oxoniumion**.
 Cl^- kaldes **syreresten** til saltsyren HCl. Denne opfører sig som en **base**.

En syre og en base, der kan omdannes til hinanden ved hhv. at fraspalte og optage en hydron (hydrogen-ion), kaldes et **korresponderende syre/basepar**. Det betyder, at syren og basen i (1) korresponderer til hinanden - altså er HCl og Cl^- et korresponderende syre/basepar.
Reaktioner, hvor der overføres en hydron (H^+ -ion) fra en syre til en base, kaldes **syre-basereaktioner (protolyse)**.

Et molekyle eller en ion opfører sig som en syre, hvis molekylet / ionen indeholder et H, som er løst bundet - dvs., at der typisk er et meget elektronegativt atom i syremolekylet / syreionen.

Base

En **base** er et stof der kan optage en hydron (H^+ -ion).



OH^- kaldes en **hydroxidion**.
En base omdannes til sin **korresponderende syre**, hvis den optager en hydron (H^+ -ion). NH_4^+ og NH_3 er et korresponderende syre/basepar.

Et molekyle eller en ion opfører sig som en base hvis molekylet indeholder et **lone-pair** eller, at ionen er negativ.

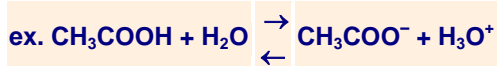
Tablet over korresponderende syrer og baser.

Svag og stærk syre

En **syre** kaldes en **stærk syre**, hvis alle molekylerne eller ionerne afgiver en hydron (H^+ -ion) ved reaktion med vand.
Man siger, at en stærk syre er **fuldstændigt ioniseret**. I reaktioner, hvor stærke syrer reagerer, angives dette ved kun at skrive én pil mod højre.



En syre kaldes en **svag syre**, hvis det ikke er alle molekylerne eller ionerne, der afgiver en hydron (H^+ -ion) ved reaktion med vand.
I dette tilfælde vil der være både **reaktanter** og **produkter** til stede i reaktionsblandingen. Der bruges derfor en dobbelpil i reaktionsskemaet.



Tabel over syre- og basestyrker.

Mere om syrestyrke.

Svag og stærk base

En **base** kaldes en **stærk base**, hvis alle molekylerne eller ionerne optager en hydron (H^+ -ion) ved reaktion med vand.

En base kaldes en **svag base**, hvis det ikke er alle molekylerne eller ionerne, der optager en hydron (H^+ -ion) ved reaktion med vand.

I dette tilfælde vil der være både **reaktanter** og **produkter** til stede i reaktionsblandingen. Der bruges derfor en dobbelpil i reaktionsskemaet.

Tabel over syre- og basestyrker.

Mere om basestyrke.

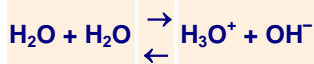
Amfolyt

En **amfolyt** er en ion eller et molekyle, der både kan optræde som syre og som base.

En amfolyt er altså en ion eller et molekyle, der både skal opfylde definitionen på en **syre** og en **base**.

Sure og basiske opløsninger

I følge reaktionskema (1) og (2) kan vand optræde både som en base og en syre. Vand kan derfor reagere med sig selv. Denne reaktion kaldes vands **autoprotolyse**:



I rent (helt rent) vand er reaktionen forskudt langt mod venstre. Ved 25°C er

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} \quad \text{i rent vand}$$

Produktet af de aktuelle koncentrationer af oxoniumionen og hydroxidionen kaldes **vands ionprodukt**:

$$K_v = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} \cdot 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} = 1 \cdot 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$$

Vands ionprodukt er konstant ved fastholdt temperatur.

Reagerer en syre i vand dannes der H_3O^+ - ioner. Koncentrationen af disse stiger derfor. Da K_v er konstant må koncentrationen af OH^- falde. Det omvendte gælder for en bases reaktion med vand. Koncentrationen af H_3O^+ angiver hvor sur eller basisk (eller neutral) en opløsning er.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] > 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} \text{ og } [\text{OH}^-] < 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

i sure opløsninger

$$[\text{H}_3\text{O}^+] < 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} \text{ og } [\text{OH}^-] > 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

i basiske opløsninger

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

i neutrale opløsninger

pH-værdi

Da koncentrationen af $[H_3O^+]$ oftest er meget lille og kan variere voldsomt anvendes i stedet pH-værdien som et mål for **surhedsgraden**

$$pH = -\log([H_3O^+])$$

pH er en størrelse uden enhed.

pH < 7 i sure opløsninger

pH = 7 i neutrale opløsninger

pH > 7 i basiske opløsninger

Se hjemmesiden <http://www.natlex.dk/syrebase.html>

Neutralisation

En vandig opløsning af en **syre** har overskud af oxoniumioner, mens en vandig opløsning af en **base** har overskud af hydroxidioner. Blandes syren og basen kan disse neutralisere hinanden i **syre-base-reaktionen**:



Overskuddet af H_3O^+ -ioner eller OH^- -ioner bliver altså mindre. En fuldstændig **neutralisation** opnås hvis stofmængderne fra starten er lige store. Opløsningen bliver neutral med pH = 7.

ex. neutralisation af saltsyre HCl med natriumhydroxid NaOH



Syre-base titrering

Syre-base titrering er en metode til bestemmelse af mængden af base eller syre i en given opløsning.

Ved titrering tildrypper man fra en burette en opløsning med kendt koncentration til en analyseopløsning. Det tilførte stof reagerer med det søgte stof i analyseopløsningen. Når alt stoffet i analyseopløsningen har reageret siger man, at **ækvivalenspunktet** er nået dvs. situationen, hvor syren og basen netop har **neutraliseret** hinanden.

Ved **kolometrisk titrering** tilsættes analyseopløsningen en **indikator**, der skifter farve omkring ækvivalenspunktet.

Ved **potentiometrisk titrering** følges pH-ændringerne ved hjælp af et pH-meter og ækvivalenspunktet bestemmes hvor der sker en markant ændring i **pH-værdi**.

Titreringskurven er en grafisk afbildning af pH-værdien som funktion af tilsat rumfang af den kendte opløsning.

Titrering af en stærk syre med en stærk base

Hvis saltsyre, der er en **stærk syre titreret** med den **stærke base** natriumhydroxid fås følgende reaktion



I det virtuelle forsøg herunder titreret V_s mL HCl med NaOH. **Koncentrationen** af syren er C_s mol/L og af basen C_b mol/L. Udviklingen i **pH-værdi** plottes som funktion af tilsat volumen V (mL) NaOH.

Se hjemmesiden <http://www.natlex.dk/syrebaser.html>

I **ækvivalenspunktet** er $\text{pH} = 7$.

Titrering af en svag syre med en stærk base

Hvis eddikesyre (ethansyre), der er en **svag syre titreret** med den **stærke base** natriumhydroxid fås følgende reaktion



hvor acetationen CH_3COO^- også benævnes Ac^- .

I det virtuelle forsøg herunder titreret V_s mL HAc med NaOH. **Koncentrationen** af syren er C_s mol/L og af basen C_b mol/L. Udviklingen i **pH-værdi** plottes som funktion af tilsat volumen V (mL) NaOH.

Se hjemmesiden <http://www.natlex.dk/syrebaser.html>

I **ækvivalenspunktet** er kun den **svage base** NaAc til stede i opløsningen. Det betyder, at pH i ækvivalenspunktet bliver større end 7.

Titrering

Den proces hvor en syre eller bases styrke bestemmes kaldes en **titrering**. Man kan tilsætte små afmålte portioner af baseopløsning til en syreopløsning. En kurve, der viser de målte pH -værdier som funktion af det tilsatte volumen baseopløsning, kaldes en **titreringskurve**.

ex. Hvis 25 mL 0,08 M CH_3COOH (eddikesyreopløsning) titreret med 0,15 M NH_3 (ammoniakvand) fås nedenstående titreringskurve.

Se hjemmesiden <http://www.natlex.dk/syrebaser.html>

Hvis syrens koncentration er ukendt, og man ønsker at beregne denne, skal man kunne afgøre, hvornår der er ækvivalente mængder af syre og base. **Ækvivalenspunktet** er, hvor kurven er næsten lodret. Titreres en stærk syre med en stærk base vil pH -værdien i ækvivalenspunktet være 7. Titreres derimod en svag syre med en stærk base vil opløsningen i ækvivalenspunktet være svagt basisk.

ex. Det anvendte volumen base i ækvivalenspunktet aflæses på x-aksen på titrerkurven $V_B = x$. Basens koncentration $c_B = 0,15 \text{ mol/L}$ er på forhånd kendt. Antal mol base kan så beregnes af $n_B = c_B \cdot V_B = 0,15 \text{ mol/L} \cdot x$.

Reaktionsskemaet kan kort skrives $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+$. Heraf ses, at 1 mol CH_3COOH reagerer med 1 mol NH_3 altså i forholdet 1 til 1 dvs, at antal mol syre er lig antal mol base, $n_S = n_B$.

Da vi kender det oprindelige volumen syre $V_S = 25 \text{ mL}$ kan syrens koncentration beregnes af

$$c_S = \frac{n_S}{V_S}$$

Hvad er strøm

I - Strømstyrke

Hvis man skal sammenligne **strømstyrke** med noget andet i hverdagen, kan man sige, at det er ligesom vand, der løber igennem et vandrør. Det er et meget brugt eksempel, som faktisk beskriver forholdet ret godt. Altså, strømstyrken svarer til den mængde vand der løber gennem røret pr. tid. Når vi så snakker om strømstyrke, er det så den ladning, der løber gennem ledningen pr. tidsenhed.

Når man snakker om strømstyrke, bruger man typisk enheden A (Ampere). A er defineret ved:

$$\frac{C}{s}$$

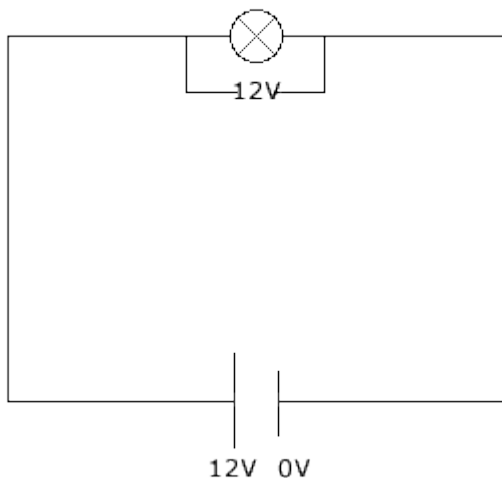
Det kræver vist en forklaring; C står for coulomb og s for sekunder. Altså læses det "coulomb i sekundet", eller ladning pr. tidsenhed. Coulomb er opkaldt efter **Charles de Coulomb**. En coulomb svarer til en ladning på $6,241 \cdot 10^{18}$ elektroner hvilket medfører, at ladningen på et elektron må være: $1/(6,241 \cdot 10^{18}) = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C.

Hvis man har et kredsløb med strømstyrken I, vil den strømstyrke der kommer ind også komme ud igen. Hvis f.eks. der er to modstande, der er parallelt koblede, vil strømstyrken ændre sig i forhold til dem således, at den strømstyrke der er inden modstandene er lig med den, der er efter. Man siger, at strømstyrke over den ene modstand + strømstyrken over den anden modstand er = I.

Hvis man der imod har en række modstande serielkoblet, så vil I være den samme over hver modstand.

U - Spændingsforskel

Spændingsforskel er det man så tit snakker om - volt (V) (opkaldt efter **Alessandro Volta**. Det er typisk det folk tænker på, når ordet strøm el. lign. bliver nævnt. Feks. er der en spændingsforskel over en normal stikkontakt i hjemmet på ca. 230V. Læg mærke til, at man siger "der er en spændingsforskel over komponenten." Det hænger sammen med, at der er en vis spænding fra kilden og i den anden ende - der hvor kredsløbet slutter, er 0V. Eks.: Vi har et kredsløb med en pære. Kilden giver 12V DC. Så **skal** pæren modtage alle 12V sådan, at der er 0V tilbage. Derfor kalder man det spændingsforskellen over komponenten. Desuden, hvis man skal måle spændingsforskellen, skal man sætte sit voltmeter ind i parallel forbindelse, med komponenten man skal måle på. Voltmeteret skal jo måle *over* komponenten.



Hvis vi skal sammenligne spændingsforskel med noget andet vi kender i hverdagen - som vi gjorde det med **strømstyrke** - kan vi bruge eksemplet med vandrøret igen. Man kan sige, at spændingen svarer til hvor meget

vand trykket flytter - altså, det svarer til hvor hårdt **elektronerne** skubber på hinanden. Sagt på en anden måde; energi pr. ladning. Det medfører formelen:

$$U = \frac{E}{Q}$$

Den betyder spændingsforskel (U) = energi (E) pr. ladning (Q). Enheden bliver så $U = J/C$ - altså spændingsforskellen = Joule pr. coulomb. Hvordan kan man bevise det? Jo, simpelt nok: Vi ved, at $E = P \cdot t$. Hvor E er energi, P er effekten og t er tiden. Da effekt (P) er W eller sagt på en anden måde, J/s (**joule** pr. sekund), må E jo være J, da s går ud med s, hvis man ganger ud. Eks.:

$$E = P \cdot t \Leftrightarrow E = W \cdot s \Leftrightarrow E = J/s \cdot s \Leftrightarrow E = J$$

Nu ved vi altså, at $E = J$, og vi ved, at spændingsforskel er energi pr. ladning. Tja, så sætter vi ind i formelen igen: $U = J/C$!

Enheden for spændingsforskel er altså $U = J/C$

Hvis man har et kredsløb med startpotentialet U, vil slutpotentialet være U_0 . Det betyder altså, at modstandene (pærer, resistorer etc.) bruger hele spændingen. Vi ser nærmere på et eksempel:

Vi har et kredsløb med to pærer på hver 2W. Der er en strømstyrke på 1A i kredsen. Vi skruer spændingen op på 4V.

Da hver pære er på 2W og strømstyrken på 1A, vil der blive brugt 2V ved den første pære. Det er en logisk følge af formelen $P = U \cdot I$.

Havde vi kun indstillet spændingskilden til at give 2V ville der have været -2V på det man kalder "0" - altså minus, der hvor strømmen løber til.

P - Effekt

I dagligdagen omtaler man effekt som watt (W). W angiver, hvor stort et forbrug den elektriske komponent har. Det er typisk, når man snakker om pærer, at man siger, at det er en 40W pære eller en 60W osv. Altså, man kan udtrykke W som den energi, der bliver brugt pr. tid. Når vi siger, at energi er det samme som **joule** (opkaldt efter **James Prescott Joule**) og tiden skrives i sekunder, kan vi udlede formelen:

$$P = \frac{J}{s}$$

Altså, joule i sekundet.

Jamen, hvordan regner man så effekten ud? Jo, vi har jo vores formel - vi ved, at V er J/C og A er C/s - vi ganger ud:

$$P = J/C \cdot C/s = J/s$$

Nu har vi altså bevist formelen for effekt. Men hvad bruger man det til? I Hvilke sammenhænge? Jo, som sagt når man skal snakke om hvor meget en bestemt enhed forbruger. Hvorfor skal man så det? Jo, når man skal betale sin el-regning. Måden den bliver regnet ud på, er nemlig hvor mange kilowattimer (kWh) man har brugt. Man kan forklare kWh med så megen effekt enheden bruger på en time - dvs. hvis man har en pære, der bruger 40W, så bruger den altså 0,04kWh. Prisen for en kWh er ca. 1 kr. 20 øre.

R - Resistans

Resistans - eller modstand - kan forklares ved at sige, at strømmen ikke går 100% igennem lederen eller komponenten. Altså, der opstår et effekttab, som regel i form af varme. Der er nogle materialer, der leder bedre end andre - og nogle der slet ikke leder (isolatorer) og så igen stoffer, der leder næsten perfekt, altså uden

effekttab, (super-ledere).

Resistansen kan forklares abstrakt ved at bruge sammenligningen med vand og vandrør. Hvis røret er meget tyndt, og trykket er højt, vil modstanden jo naturligvis blive stor. Noget nær det samme gælder for ledere. En god leder er typisk et metal. Den bedste leder er sølv. Der efter kommer kobber. Grunden er, at atomerne meget let bliver leveret videre. Altså, strøm er jo elektroner, der vandrer fra atom til atom i meget komplicerede bevægelser og mønstre. Man kan sige, at de nævnte metaller er gode til at aflevere - selvom kobber ikke er det bedste bruges det nu alligevel, naturligvis fordi det er væsentligt billigere end sølv.

Modstanden i en kreds afhænger af diverse komponenter, der i det. En pære har en bestemt modstand alt efter hvilken type det er, en diode har det på samme måde og sådan er det også med de andre elektroniske komponenter.

Ohms 1. lov

Hvis vi vender tilbage til kredsløbet, så er det jo vigtigt, at vi kan beregne modstanden, både over de enkelte komponenter og i alt. Til det formål, skal vi bruge en formel - det er her, Ohms lov kommer ind i billedet. Hans første lov lyder:

$$U = I * R$$

Altså, volt = ampère * modstanden

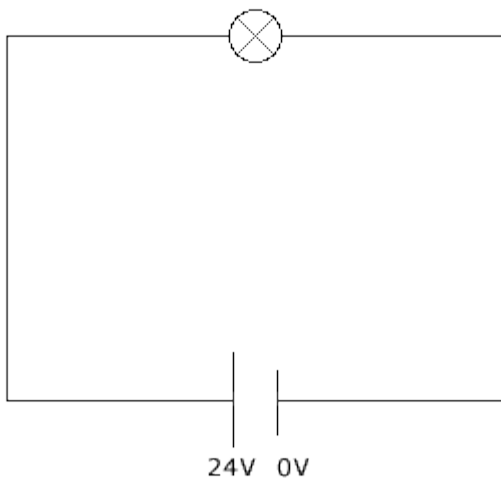
Hvis vi bytter rundt på ligningen, kan vi opnå:

$$R = U/I$$

Nu kan vi så gå i gang med at udregne modstanden i et kredsløb ved hjælp af ligningen.

Vi starter med seriel forbindelse:

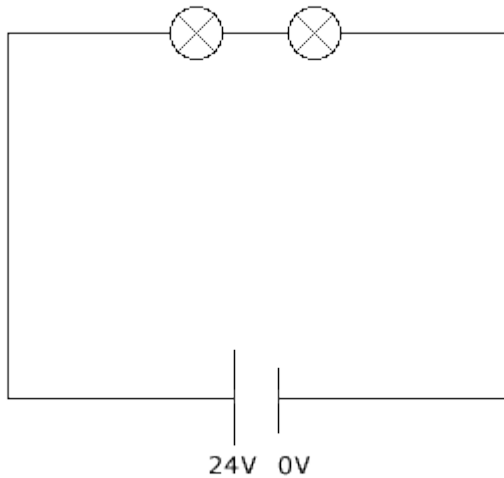
Hvis vi har en strømkilde på 24V og en pære på 10W, kan vi beregne modstanden. For at gøre det hele lettere, regner vi først strømstyrken ud:



$$10W = 24V * A \Leftrightarrow A = 10W/24V = 0,417A$$

Vi kan nu regne modstanden for pæren ud, ved at gøre sådan her:

$U = I \cdot R \Leftrightarrow 24V = 0,417A \cdot R \Leftrightarrow R = 24V/0,417A = 57,56\Omega$ Faktisk, er det først nu serielforbindelsen kommer:



Denne gang har vi 2 pærer i serie. Begge er på 10W og spændingsforskellen over kredsen er fortsat 24V. Formlen for at regne modstanden ud i en seriekobling er:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \text{ osv...}$$

I vores tilfælde ser det sådan her ud:

$$R = 57,56\Omega + 57,56\Omega = 115,12\Omega$$

Som man kan se, er det ret simpelt, at beregne modstanden for en serielforbindelse.

Men nu går vi over til parallelkobling - så bliver det lige en tand sværere: Vi har de samme pærer som før, men denne gang sidder de i parallelkobling. Nu ser formelen sådan her ud:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 \Leftrightarrow 1/R = 1/57,56\Omega + 1/57,56\Omega \Leftrightarrow 1/R = 0,035\Omega^{-1} \Leftrightarrow R = 1 / 0,035\Omega^{-1} = 28,6\Omega$$

Som man jo så tydeligt kan se, er der klart mindre modstand i en parallelkobling. Det skyldes, at strømmen jo nu har to veje, den kan løbe.

Ledningens modstand

Hvordan regner man så resistansen for en tråd ud? Der skal man hen og have fat i formelen:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Hvor R står for resistans i ohm, ρ er en **konstant**, der hedder resistivitet(ρ), l står for længde (i m) og A for areal (i mm^2).

Man kan i øvrigt regne grundfladearealet for en ledning ud sådan her:

$$A = \pi r^2$$

Det var for en rund ledning. For en firkantet ledning, er arealet jo bare længde gange bredde.

Vi ser på et eksempel, hvor vi har en ledning af kobber, der er 100m lang og har tværsnitarealet 1mm^2 :

$$R = \rho \cdot l/A \Rightarrow R = 0,0168 \cdot 10^{-5} \text{Wm} \cdot 100\text{m} / 10^{-6} \text{m}^2$$

Vi har lavet kvadratmillimeterne om til kvadratmeter, da vi så lettere kan regne med enhederne:

$$R = 0,0168 \cdot 10^{-5} \text{Wm} \cdot 100\text{m} / 10^{-6} \text{m}^2 = 16,8\text{W}$$

Modstanden i en ledning ved en given temperatur

Modstanden i en tråd stiger i takt med, at temperaturen stiger. Hvis man skal beregne modstanden for en ledning ved en bestemt temperatur, skal man bruge formlen:

$$R = R_0(1 + a \cdot t)$$

R er resistansen, R_0 er modstanden ved 0°C , a er temperaturkoefficienten, en **konstant**, med enheden $^\circ\text{C}^{-1}$ og t er temperaturen, som ledningen har.

Vi kan se nærmere på et eksempel, hvor vi har en tråd af wolfram, der har temperaturen 100°C og en resistans ved 0°C på $41,98\text{W}$:

$$R = R_0(1 + a \cdot t) \Rightarrow R = 41,98\text{W}(1 + 0,0536^\circ\text{C}^{-1} \cdot 100^\circ\text{C}) \Leftrightarrow R = 41,98\text{W} + 41,98\text{W} \cdot 5,36 = 266,99\text{W}$$

Ohms 2. lov

Ohms 2. lov har med modstanden i **spændingskilden** at gøre. Der er nemlig forskel på modstanden i et kredsløb alt efter, om man måler "ude" i kredsen eller om målingen foregår inde i selve spændingskilden. Man har faktisk en ligning for modstanden i et kredsløb:

$$U_0 = (R_i + R_y) \cdot I$$

U_0 er den totale spænding i kredsen, også kaldet **EMK** og U_p er polspændingen, altså spændingen *ude* i kredsen. R_i er den indre modstand - altså modstanden i selve spændingskilden. R_y er den ydre modstand - altså modstanden ude i selve kredsløbet eksklusiv den indre. R_t (den totale modstand) er summen af R_i og R_y - altså den indre og den ydre modstand lagt sammen.

Vores ligning fra før, kan omskrives på mange måder. Her et par eksempler:

$$U_0 = (R_i + R_y) \cdot I \Leftrightarrow U_0 = U_p + R_i \cdot I \Leftrightarrow U_p = U_0 - R_i \cdot I$$

Vi kan se nærmere på et eksempel, der viser, at spændingen i kredsen er lidt mindre end den totale spænding: I eksemplet har vi 1 stk. $4,5\text{V}$ batteri og en pære på 6W og en strømstyrke i kredsen på $1,4\text{A}$

Først beregner vi U_0 :

$$U_0 = P/I \Rightarrow U_0 = 6\text{W} / 1,4\text{A} \Leftrightarrow U_0 = 4,2\text{V}$$

Nu kan vi så regne R_i og R_y ud:

$$U_0 = U_p - R_i \cdot I \Rightarrow 4,2\text{V} = 4,5\text{V} - R_i \cdot 1,4\text{A} \Leftrightarrow -R_i = -0,3\text{V} / 1,4\text{A} \Leftrightarrow R_i = 0,2\text{W}$$

Lad os også regne R_y ud:

$$U_p = R_y \cdot I \Rightarrow 4,5\text{V} = R_y \cdot 1,4\text{A} \Leftrightarrow R_y = 4,5\text{V} / 1,4\text{A} = 3,2\text{W}$$

Nu har vi beregnet diverse størrelser ved eksempler med modstand og bevist Ohms 2. lov.

Joules lov

Joules lov viser, hvor stor effekt, der afgives i en modstand med resistansen (R).

Skal vi udlede den, bliver vi nødt til at have nogle forskellige størrelser med:

I hvert fald resistansen, da det jo er en modstand det handler om. Desuden skal vi have effekten med, da det jo er det, der afsættes. Vi tager en af de kendte ligninger op og ser nærmere på den:

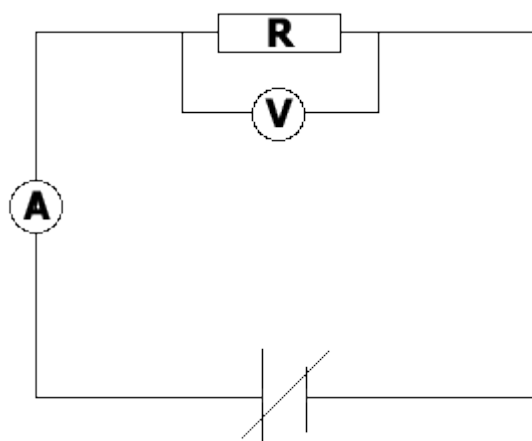
$$P = U \cdot I$$

Vi ved, fra Ohms 1. lov, at $U = I \cdot R$, så derfor, ved en lille omskrivning, fås:

$$P = U \cdot I \Leftrightarrow P = R \cdot I^2$$

Nu har vi altså en ligning, som vi kan bruge til noget; bare ved at ændre lidt på en i forvejen kendt ligning!

Hvis man skal lave et forsøg, der efterviser denne formel, ville et kredsløb se således ud:



Man skal så have et specielt glas, hvor der er påmonteret et låg, med huller ned til en modstand, som det er meningen skal hænge nede i glasset, mens der er vand i. Det man så gør er at måle spændingen over modstanden og strømstyrken samt temperaturen. Derefter varmer man op i 5 minutter, eller hvad man har lyst til, og måler temperaturen igen.

Nu har man en masse tal. De skal sættes ind i et par ligninger. Men inden da, skal vi lige introduceres for en ligning, der finder ud af, hvor meget energi(J), der er optaget af et bestemt stof (i vores tilfælde, vand). Denne formel hedder:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Q er energien (J), m er massen af stoffet, der optager effekten, c er en konstant, der hedder specifik varmekapacitet (J/g*K) - læst: Joule pr. gram pr. grad (det er lige meget, om det er i **Kelvin** eller i **Celcius**, bare man husker, hvad man regner i! Det sidste, ΔT , læses "delta T", altså; forskellen mellem t_b (starttemperaturen) og t_s (sluttemperaturen).

Hvad kan man så bruge denne formel til? Jo, altså, vi kan beregne hvor meget energi vandet optager i løbet af tiden (s).

Vi beregner også den afgivne effekt(W):

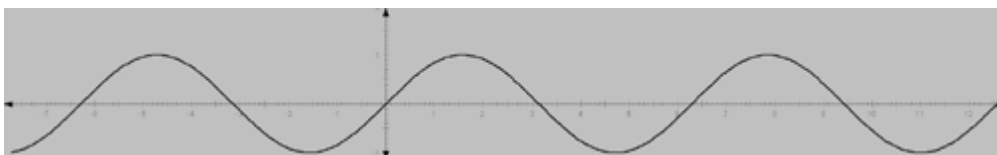
$$P = R \cdot I^2$$

Her får man et resultat i **W**. Hvis man så ganger med tiden, omskrevet i sekunder, vil den gå ud med **W**, så der kun bliver **J** tilbage. Nu kan man sammenligne Den afgang energi, og den optagede. De skulle helst være ens! Er de ikke det, så er det ganske normalt, da man vil få ret svært ved at overføre *a/* effekten til vandet; der vil gå noget til spilde på f.eks. glassets vægge.

AC/DC

Når man snakker om strøm, er der to slags strømme at snakke om. Den ene er vekselstrøm og den anden er jævnstrøm. En international betegnelse for de to typer er AC og DC.

AC betyder Alternating Current og er vekselstrøm. Alternating betyder skiftende, hvilket er lige hvad vekselstrøm gør. Man bruger betegnelsen svingninger i sekundet eller hertz(Hz). Strømmen står og svinger frem og tilbage fra + til -. I en normal stikkontakt, er det med 50Hz - altså 50 svingninger i sekundet. Det vil altså sige, at strømmen er negativ 25 gange i sekundet, positiv 25 gange i sekundet og neutral 50 gange i sekundet. For at illustrere hvordan strømmen løber, tegner man en sinuskurve, der afbilder svingningerne grafisk.



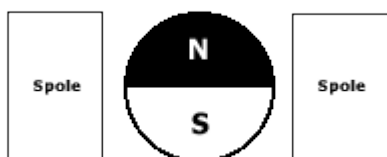
Ved at måle afstanden mellem bølgetoppene kan man beregne frekvensen. Man skal se på hvordan man har indstillet oscilloscobot - man skal se på hvor lang tid en cm i systemet svarer til. Derefter burde det være en smal sag at beregne frekvensen.

DC betyder Direct Current, hvilket betyder, at strømmen løber i én retning fra - til +. Grunden til, at den gør det er, at det er elektronerne, der bevæger sig, og de er negative. Derved er det logisk, at de må løbe mod plus, der jo er positiv, da to ladninger tiltrækker hinanden, hvis de har forskellig ladning, og frastøder hinanden hvis de har samme ladning.

Med andre ord: jævnstrøm. Altså, strømmen har en jævn kurve, og ikke den velkendte sinus kurve, som en afbildning af en vekselstrøm ville være. Jævnstrøm bruges meget til f.eks. computere, stereoanlæg og andre elektroniske genstande i hverdagen.

Induktion

Induktion er måden, man laver strøm på. I et kraftværk har man en energikilde af en eller anden art (kul, olie, atomkraft etc.). Kilden driver en turbine, hvorpå der sidder en aksel med en magnet i enden. Denne magnet drejer rundt og rundt, og da der er en syd eller nordpol på et stykke metal op af magneten, skabes der induceret strøm. Det skal vist illustreres:



Det der foregår i eksemplet er induktion. Drejemagnet magnetiserer spolerne skiftevis, så der opstår en spænding, der går fra + til - og fra - til +. Altså en vekselspænding.

I 1820 opdagede **H.C. Ørsted** elektromagnetismen. Han fandt ud af, at et stykke jern bliver magnetisk når der en

elektrisk leder viklet omkring det (eksempelvis en spole). Dette var startskudet til induktionen, men der skulle gå yderligere 11 år før den blev opdaget. En videnskabsmand ved navn **Michael Faraday** opdagede induktion i et forsøg, hvor han havde en spole med hul i midten, og hvor igennem han førte en magnet. Op og ned. Han fandt ud af, da han i forvejen havde forbundet en pære til kredsløbet, at den stod og blinkede; hver gang magneten enten gik op eller ned.

Hvis man finpudser forsøget, kan man bruge en drejemagnet og to spoler. Derved skabes induktion på begge to. Når den ene er + er den anden -, og dermed har man vekselstrøm.

Transformator

En transformator bruges til at sætte en vekselspænding ned og dermed strømstyrken op. Den kan også bruges til at sætte en vekselspænding op, og dermed strømstyrken ned.

Transformatoren fungerer på den måde, at den har en jernkerne, hvor der er en **primær** og en **sekundær** spole. De har hver et bestemt antal **viklinger**, også kaldet **n_p** og **n_s** .

Reglen med en transformator er, at der ikke er noget effekttab. Altså gælder det, at $U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s$. Vi kender jo allerede formelen $P = U \cdot I$. Det er naturligvis denne formel man bruger her!.

Skal vi se nærmere på forholdet mellem vindingstallene og effekten, kan vi sige, at følgende ligning gælder:

$$n_p/n_s = U_p/U_s = I_s/I_p$$

Læg mærke til, at strømstyrken er omvendt - I_s skal stå øverst, ellers passer tallene ikke

Vi kan prøve at se nærmere på et eksempel, hvor den præcis samme leder (typisk kobber) er brugt på begge spoler:

Den primære spole har et vindingstal (n_p) på 400 vindinger. Den sekundære spole har et vindingstal på 1600 vindinger. Lad os sige, at transformatoren er tilsluttet stikkontakt. Derfor må der være en spænding over primærspolen på 230V AC og en strømstyrke på 10A. Først regner vi effekten ud vha. formelen, $P = U \cdot I$. $P = 230V \cdot 10A = 2300W$.

Vi sætter ind i formelen:

$$n_p/n_s = U_p/U_s \Rightarrow 400/1600 = A_s/10A \Leftrightarrow A_s = 400/1600 \cdot 10A = 2,5A$$

For at opnå antallet af volt, bruger vi formelen fra tidligere:

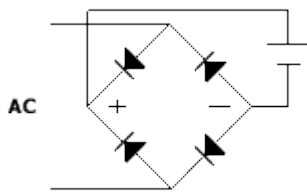
$$P = U \cdot I \Rightarrow 2300W = U \cdot 2,5A \Leftrightarrow U = 920V$$

En transformator er dog aldrig som denne. Det var en perfekt transformator, som man får meget svært ved at gengive i det virkelige liv! Der vil jo være et effekttab i både ledning, i form af varme, og effekten bliver jo overført via elektromagnetisme, så derfor må der blive omdannet en del af effekten til varme-energi i jernkernen.

Ensretning

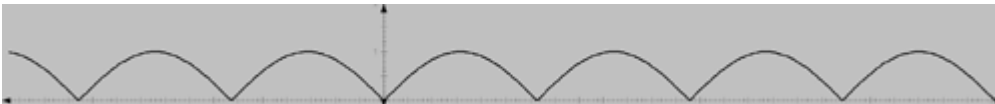
Efter man har omtransformeret strømmen til den ønskede spænding, skal man ensrette den for at komme et skridt videre mod målet: at lave vekselstrøm om til jævnstrøm.

Da strømmen løber begge veje, når den er vekselstrøm, skal man stoppe den i den ene retning. Det gør man ved at bruge 4 dioder, også kaldet en *broensretter*.



Diagrammet viser en brokoblet ensretter, bestående af 4 **dioder**. Dioderne sørger for, at strømmen kun kan løbe en vej.

Hvis man kobler et oscilloscop ind i kredsen, vil man se denne graf:



Udglatning

Men nu er strømmen jo kun gjort til en såkaldt *pulserende* jævnspænding. Da mange strømkrævende apparater har brug for en jævn jævnspænding, så er det ikke nok med bare at ensrette strømmen. Man skal også udglatte den; altså gøre den jævn.

Til det formål kan man bruge en elektronisk komponent, der kaldes en kapacitor eller kondensator. En kapacitor virker på den måde, at den ophober strømmen indtil den har nået en vis spænding (alt efter hvilken kapacitet kondensatoren har). Når den når den specifikke spænding, afgiver kapacitoren den. Det vil altså sige, i dette tilfælde, når man skal konvertere vekselstrøm til jævnstrøm, at når der kommer en puls, så optager kapacitoren noget af strømmen og resten går videre. Når der så ikke er en puls (altså, når man er i en såkaldt bølgedal), udsender kapacitoren sin spænding, og dermed opnår man en næsten jævn spænding.

Strøms historie

Strøm har altid eksisteret; det har bare været et spørgsmål om at finde den.

I slutningen af 1700-tallet begyndte udviklingen på området at tage fart. **Alessandro Volta** skabte spænding vha. et såkaldt galvanisk element. Det foregik på den måde, at han havde en søjle med skiftevis kobber og zinkplader, der var separeret af stof, der var gennemvædet med syre.

Senere begyndte **H.C. Ørsted** at eksperimentere med elektromagnetisme, og i 1820 fandt han frem til den.

Hvorfor der skulle gå 11 år yderligere før induktion blev opdaget, er ikke til at vide, men **Michael Faraday** fandt da frem til den, og der efter begyndte man at finpudse metoderne til at frembringe en elektrisk spænding.

Senere begyndte man at bygge kraftværker, der byggede på at fyre kul af. I starten udsendte værkerne jævnstrøm ved en ikke særlig stor spænding, så derfor var det kun folk i byerne, der havde strøm. Efterhånden fandt man ud af, at vekselstrøm var mere fordelagtigt end jævnstrøm, og at man skulle udsende strømmen i meget store spændinger.

Drivkraften til turbinerne var altså dampmaskiner, der løb på kul.

Op i nyere tid, faktisk i 1950'erne, fandt man ud af at bruge a-kraft som energikilde. Dette er en meget ren, men samtidig dødsens farlig, energi kilde. Man har efterhånden fundet ud af at kontrollere kraften ordentlig, og de fejl

der sker, er da også næsten altid menneskefejl. Men hvis man opvejer antallet af menneskeliv, der er gået tabt pga. a-kraft mod antallet af ofre ved kul & olie kraft, så ser man tydeligt, at der næsten ingen døde er ved a-kraft. Men til gengæld; hvis der sker noget, så er det meget katastrofalt! Hvis et kul-kraftværk sprænger i luften, er det jo højst sandsynlig ikke andre, end dem, der arbejder der, der omkommer. Men hvis et a-kraftværk der imod ryger i luften, så har en langt større gruppe af mennesker risiko for at dø pga. den radioaktivitet, der vil spredes i atmosfæren.

En række kendte forskere, gjorde det muligt at forstå strøm og dets egenskaber. James Watt stillede sin lov om effekt op: $P = U \cdot I$. Hvor W er enheden for P. Han brugte Joule til at definere watt som J/s. Ampère fandt ud af at definere strømstyrken som Q/s - altså ladning pr. tidsenhed, også kendt som enheden A. Michael Faraday opdagede induktion 11 år efter H.C. Ørsted havde opdaget elektromagnetismen. Med opdagelsen af induktionen, blev det muligt at masseproducere strøm, så folk rigtig kunne få gavn af det. Men en mand som **Alessandro Volta**, der jo lavede det første egenglige batteri ved hjælp af sin volta-søjle, der bestod af skiftevis kobber og zink-plader, der var adskilt af stof, der var gennemvædet af syre. Faktisk bygger volta-søjlen på et galvanisk element. Et galvanisk element er mere enkelt, da man har et glas med syre i og en kobber og en zink-plade. Kobberet giver en + pol og zinken giver en - pol.. Hvis man sætter flere elementer sammen, har man et batteri.

Udnyttelse

Hvad bruger man strøm til? Jo, vi ved jo alle, at der kommer strøm ud af stikkontakten; det er en selvfølge. Men hvad har strøm betydet for os? Der er mange ting i dagligdagen, der virkelig er blevet lettere fordi man har strøm. Tænk på at skulle opbevare sine madvarer et andet sted end i køleskabet eller fryseren? Hvad med computere? De er jo nærmest et produkt af elektricitetens udvikling. Alle principperne bygger jo på om der er kontakt eller ej. Altså, om der løber en strøm eller der ikke gør. Man må altså konkludere, at strøm er uundværligt. I hvert fald nu, for os. Men vi skal samtidig passe på med at bruge for meget, da vi ikke har uendelige energi ressourcer på Jorden. I hvert fald ikke med de energi-udvindingsmetoder, man bruger i dag! At vi i fremtiden højst sandsynligt vil se **fusion** i fremtiden, som en af de største energikilder. Problemet er, at man ikke har færdigudviklet teknologien endnu; det er nemlig en ret kompliceret affære.

Elektromagnetisme.

Før 1820 var de magneter man kunne fremstille ikke særlig kraftige. De kunne jo ikke blive kraftigere end de magnetjernsten man kunne finde i naturen. Men i 1820 opdagede den danske fysiker Hans Christian Ørsted (1777-1851), at der opstår et magnetfelt omkring en ledning, når en elektrisk strøm bliver sendt igennem den. Nu var vejen for elektromagnetisme banet, elektromagneterne var mange gange kraftigere end magnetjernsten eller andre naturlige magneter.

Magnetfeltet omkring en elektrisk ledning.

Kobber er et af de metaller, der ikke tiltrækkes af en magnet. En magnetnål vil derfor ikke slå ud til siden, hvis man holder en kobberledning i nærheden af den. Men der sker noget, hvis man sender elektrisk strøm gennem ledningen. Der dannes nemlig et magnetfelt omkring ledningen. Hvis man holde ledningen over magnetnålen vil slå ud som ses herunder. Og modsat hvis ledningen holdes under.

Højrehåndgribereglen.

Grib med højre hånd om ledningen, så tommelfingeren peger i strømmens retning. Fingerspidserserne vil da pege i magnetfeltets retning.

H. C. Ørsted - elektromagnetismens opdager

Hans Christian Ørsted (1777-1851) er en af de få danske fysikere, der skaffede sig et verdensnavn for sit videnskabelig arbejde.

Fra en af ørsteds elever ved man, at han ikke brød sig om fremmedord. Ørsted startede gerne sin undervisning med at oversætte fremmedordene. En del af fremmedordene lod sig dog ikke oversætte direkte. Ørsted indførte derfor selv nogle dansk lydende navne for dem. Navne som ilt, brint, rumfang og vægtfylde er indført af Ørsted.

Ørsted var grebet af tidens filosofi, hvis tanke var, at hele naturen, trods dens mangfoldighed, er en helhed. men godtog ikke en teori uden først at afprøve den.

Det var i danne filosofis ånd, at et af tidens store spørgsmål inden for fysikken var, om der mon skulle være en forbindelse mellem elektricitet og magnetisme? Noget tydede på, at det var en forbindelse, men ingen havde kunnet bevise det.

Formodningen om en forbindelse mellem elektricitet og magnetisme støttede sig bl.a. til den iagttagelse, at en magnetnål blev urolig, når et lyn slog ned i nærheden af den. Til tider kunne magnetnålen ligefrem bliver ommagnetiseret ved lynnedslaget.

Fra 1800 til 1820 eksperimenterede Ørsted for at finde en metode til at frembringe magnetisme ved hjælp af elektricitet, alt sammen uden afgørende resultat.

Man så en forårsdag i 1820, da Ørsted holdt en af sine mange forelæsninger om elektricitet skete der noget. På et borg stod blandt andet et kompas og et galvanisk element. Pludselig afbrød Ørsted forelæsningen. Han havde fået den indskydelse at undersøge, om magnetnålen kunne påvirkes af en strømførende ledning. Da han holdt den strømførende ledning på langs af magnetnålen, slog denne ud til siden, elektronmagnetismen var opdaget.

Ørsteds påvisning af, at der er et magnetfelt omkring en strømførende ledning, var den tids største opdagelse, og banede vejen for opfindelsen af elektromagneten.

Ørsted beskæftigede sig med mange ting. i 1824 lykkedes det ham at fremstille stoffet aluminium. Fem år senere, i 1829, blev han direktør for den ny oprettede Polyteknisk Læreanstalt. Det blev Ørsteds fortjeneste, at skolen blev

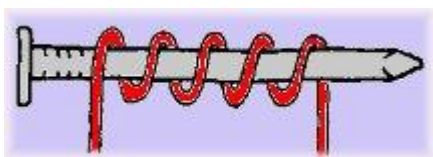
en videnskabelig højskole med de videnskabelige grunddiscipliner: matematik, fysik og kemi.

Magnetfeltet omkring en spole.

Hvis man danner en cirkel af en elektrisk ledning, vil man opdage, at den danner et kraftigere magnetfelt end den udstrakte ledning. Den cirkulære vinding virker som en lille kort magnet. Når elektrisk strøm sendes gennem en spole optræder den som en magnet.

Elektromagneter.

En magnet, der består af en spole og en jernkerne, kaldes en elektromagnet.



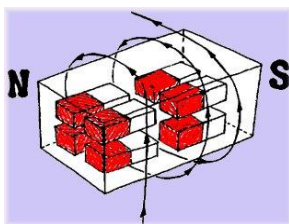
Elektromagnetens poler.

Strømmens retning har betydning for, hvor nord- og sydpolen dannes.

Når man kender strømmens retning i en spole, kan man finde elektromagnetens ved hjælp af gribereglen.

Gribereglen.

Grib med højre hånd om spolen, så fingerspidserne peger i strømmens retning. Nordpolen vil da være tommelfingersiden.



Hvorfor er en elektromagnet kraftigere end en spole?

I stedet for at påvirke jernkernen med en magnet, kan man anbringe den i en spole. Det magnetfelt der dannes inde i spolen, når der sendes elektrisk strøm igennem den, vil så ensrette nogle af småmagneterne i jernkerne, dvs. at småmagneterne drejes i samme retning som spolens magnetfelt. Jernkernes og spolens feltlinier udgør tilsammen ét magnetfelt med endnu flere feltlinier, og elektromagneten får således en større magnetisk kraft end den spolen alene har. I praktiske anvendelser af elektromagneter er man interesseret både i at kunne frembringe kraftige magnetfelter og i at kunne fjerne disse felter igen ved at skrue ned for strømmen i magnetens spole. Derfor er jernkernen af blødtmetal eller et andet materiale med tilsvarende magnetiske egenskaber.

Hvad er magnetisme?

En af dem, der, efter H. C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen, begyndte at eksperimentere med elektricitet og magnetisme, var fysikeren André Ampere (1775-1836). Ampere gjorde som den første den iagttagelse, at en elektrisk ledning formet som en cirkel virker som en lille magnet. Han forestillede sig derfor, at også magnetisme i en magnet var et udtryk for cirkulære elektrisk strømme i den. Ampere forestillede sig de cirkulære strømme i en permanent magnet: De cirkulære strømme ophæver hinanden inden i magneten, men ud mod overfladen går de alle samme vej. Ude ved overfladen virker strømmene som en vinding, der er lagt rundt om magneten. I følge Amperes teori er magnetisme en form for elektricitet. I dag ved man, at der er meget rigtigt i dette, og at forklaring skal søges i atomteorien, men dengang Ampere fremsatte sin teori, var atomets bygning og funktion endnu ikke natur.

Niels Bohrs atommodel danner baggrunde for viden, man i dag kende om magnetismens natur. I følge Bohrs atommodel kredser elektroner rundt om en positiv kerne. Ved denne kredsende bevægelse fremkalder elektronerne elektriske strømme, som det kunne fristende at fortolke som de cirkulære strømme, Ampere forestillede sig, der var i en magnet.

Det er imidlertid i vor tid lykkedes at vise, at det samlede magnetiske felt fra kredsende elektroner er alt for svag til at skabe den magnetiske kraft, man kender fra en permanent magnet. Men det er nu alligevel elektronerne, der bevirker, at et stof er magnetisk. Men det er nu alligevel elektronerne, der bevirker, at et stof er magnetisk. Det har nemlig vist sig, at en elektron ikke kun kredser rundt om atomkerne, men og roterer omkring sin egen akse med stor fart.

Elektronens rotation omkring sin egen akse får den til at virke som en lille magnet.

Derimod vil der i atomerne hos de magnetiserbare stoffer være en eller to elektroner, der ikke har dannet par med en anden elektron, de er uparrede.

Et atom med uparrede elektroner virker som en lille magnet.

Dertil kommer, at i et magnetiserbart vil de uparrede elektroner inden for et vist område påvirke hinanden, så atomernes magnetiske felt kommer til at virke i samme retning. Sådanne områder kaldes domæner.

Domænerne er mikroskopiske områder, der virker stærkt magnetiske. Det er de enkelte domæner, man tidligere har omtalt som små magneter. I et umagnetisk, men magnetiserbart stof virker domænerne i tilfældige retninger, således at de ophæver hinandens magnetiske virkninger udadtil. I et magnetisk stof derimod virker de fleste domæners felt i samme retning.

Hvad afhænger en elektromagnets styrke af?

Jo flere småmagneter der ensrettes i jernkernen på en elektromagnet, jo større vil den magnetiske virkning blive. Hvor mange småmagneter der ensrettes af spolen magnetfelt afhænger af to ting:

Antallet af vindinger i spolen.
Hvor stærk strøm, der går gennem spolen.

Strømstyrken har betydning for elektromagnetens styrke

Spolen vindingstal har betydning for elektromagnetens styrke.

En elektromagnets styrke afhænger af strømstyrken og vindingstallet.

Hvorfor har Jorden et magnetfelt?

Jorden er opbygget på den måde:

Den indre kerne (6000km-4500km) er hovedsageligt en blanding af jern og nikkel i fast form.
Den ydre kerne (4500km-3000km) er hovedsageligt en blanding af jern og nikkel i flydende form.
Kappen (3000km-900km) består af forskellige bjergarter, yderst er den fast, og blødere indefter.
Jordskorpen (900km-0km) er den yderste del af kappen.

Man mener, at Jordens magnetfelt dannes ved at den flydende ydre kerne roterer i forhold til kappen.

Det sker på den måde, at:

ved gnidningen mellem kappen og kernen bliver der revet elektroner væk fra nogle af atomerne i det flydende metal (der dannes ioner).
derved frembringes en roterende elektrisk strøm i det roterende metal.
den roterende strøm i den ydre kerne frembringer Jordens magnetfelt.

I perioder på fra nogle timer til nogle dage kan Jordens magnetfelt på grund af magnetiske storme afgive temmelig meget fra det regelmæssige mønster.

Elektromagnetisme i hverdagen.

Den evne, som visse materialer har til at bevare et magnetfelt, udnytter man blandt andet i magnetbånd til musikbånd, i videoanlæg, i plader til datamaskiner og så videre.

Elektromagnetiske kraner.

I industrien bruger man elektromagneter, når man skal flytte store tunge genstande af jern. Moderne elektromagneter kan let løfte 25000 kg jern. En elektromagnetisk kran består ofte af flere elektromagneter.

Telegraf.

Telegraf blev opfundet i 1844 af amerikaneren Samuel Morse (1791-1871). Man har lavet et specielt alfabet til telegraf og opkaldt det efter S. Morse: morse-alfabetet.

Telegraf virker sådan:

Når telegrafnøglen (afbryderen) trykkes ned, sluttet strømmen, og elektromagneten tiltrækker vippearmen.
Ved vippearmens bevægelse trykkes dens spids mod papirstrimlen, som på den modsatte bliver farvet af den lille rulle dér, hvor vippearmens spids trykker.
Et urværk søger for, at strimlen hele tiden trækkes frem.

Telefonen.

Telefonen blev opfundet i 1876 af amerikaneren Graham Bell (1847-1922) under forsøg med apparater til undervisning af døve. I telefonen bruges elektromagneten ved omsætning mellem elektriske impulser og lyde.

Når man taler ind i telefontragten, vil lydsvingningerne ramme en tynd jernplade. Den tynde jernplade bliver påvirket af lydsvingerne og presser nogle kulkorn sammen. Derved opstår der ændringer i strømmen (modstanden ændres), som gennem ledningerne kan overføres til høretelefonen. En høretelefon er i virkeligheden en lille højttaler. Den består af en elektromagnet, der kan få en tynd jernplade til svinge i takt med strømændringerne. Den tynde jernplade skubber til luftens molekyler, der så igen skubber til trommehinderne i vores øre.

Højttaleren.

I en højttaler er det spolen, der bevæger sig forhold til den permanente magnet. I en højttaler er den frit bevægelige spole fastgjort i papkeglen, og kan på den måde sætte store mængder luft i svingninger.

En strømførende leders bevægelse i et magnetfelt.

Man har tidligere set, at magnetfeltet omkring en elektrisk ledning kan få en magnetnål til at bevæge sig. Hvis omvendt magneten er fast og ledningen er bevægelig, så vil man se, at det nu er ledningen, der reagerer, dvs. bevæger sig. På grund af denne gensidige påvirkning siger man, at der er en vekselvirkning mellem den elektriske ledning og magneten.

Det der er afgørende for hvilken side ledningen slår ud til er:

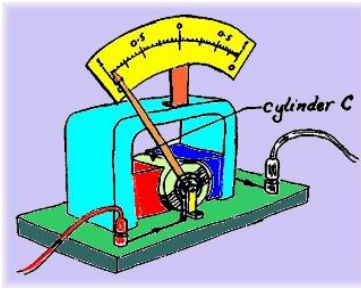
Strømmens retning i ledningen.
Magnetfeltets retning.

Siden kan man finde ud af ved at bruge lillefingerreglen.

Lillefingerreglen.

Hold højre hånd langs ledningen, så fingerspidserne peger i strømmens retning. Hånden skal holdes, så feltlinierne fra magnetens nordpol går ind i håndfladen. Ledningen vil da slå ud til lillefingersiden.

Amperemetre og voltmetre.



Amperemetre og voltmetre er ofte bygget op omkring samme slags drejspoleinstrument, et såkaldt milliamperemeter.

Et amperemeter består af et milliamperemeter, der er parallelforbundet med en modstand, der er mindre end milliamperemeterets modstand.

Jo mindre den parallelforbundne modstand er, jo mere strøm vil der løbe uden om milliamperemeteret.

Et galvanometer er et milliamperemeter, der er indrettet til at kunne måle særligt små strømstyrker.

Et voltmeter kan man lave ved blot at ændre skalaen på milliamperemeteret, er meget lille, fx 0,1 V, mens man ofte er interesseret i at kunne måle større spænding. Man kan da ændre voltmeterets måleområde ved at serieforbinde en formodstand med milliamperemeteret. Voltmeterets modstand er da summen af de to modstande.

Grunden til at man således kan ændre måleområdet, finde man også i Ohms lov: Jo større modstanden gøres, jo større spænding skal der til for at give samme strømstyrke.

<http://www.oocities.com/fysikeksamen/elektromagnetisme.htm>

<http://www.dongenergy.dk/skole/skole/omenergi/energi/hvadermagnetisme/Pages/magnetisme.aspx>

<http://www.emu.dk/elever7-10/fag/fys/emner/fysikemner/elektromagnetisme/regler/index.html>

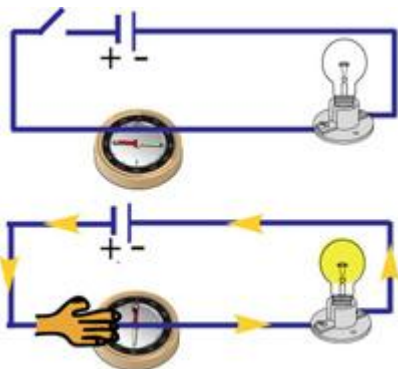
Regler

Regler indenfor elektromagnetisme

Regler

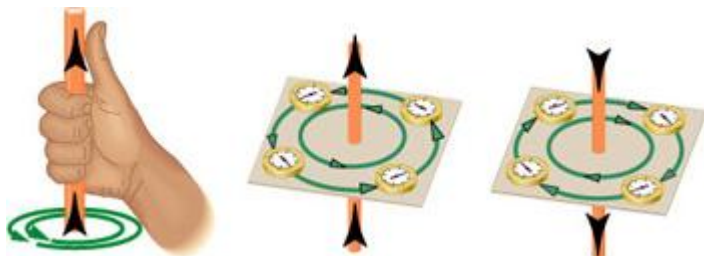
Ørsteds regel

Hold højre hånd med fingerspidserne i strømmens retning. Ledningen skal være mellem magneten og håndfladen. Magnetens nordpol vil da slå ud til tommelfingersiden.



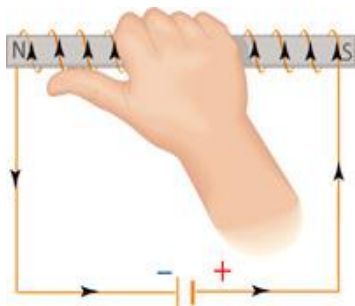
Tommelfingerreglen

Lad tommelfingeren pege i strømmens retning i en ledning, så vil ledningens cirkulære magnetfelt have samme retning som fingrene peger i.



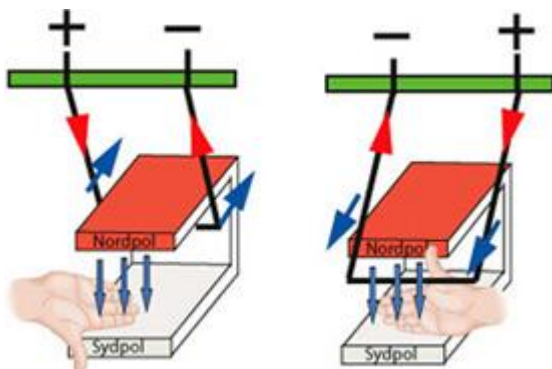
Gribereglen

Grib om spolen med højre hånd og fingerspidserne i strømmens retning. Nordpolen er da til tommelfingersiden.



Lillefingerreglen

Hold højre hånd langs med ledningen med fingerspidserne i strømmens retning. Kraftlinjerne fra magnetens nordpol skal gå ind i håndfladen. Ledningen vil da slå ud til lillefingersiden.



<http://www.emu.dk/elever7-10/fag/fys/lemner/fysikemner/elektricitet/index.html>

Elektricitet

Part 0

Elektricitet

Du kan ikke se elektricitet. Men du kan se nogle af de fænomener, som elektricitet er årsag til.

Elektricitet er meget god til at overføre energi og kan bl.a.

- gøre ting varme - som i en elkedel eller i en hårtørrer
- gøre ting magnetiske – som i en elektromagnet
- producere lys – som pæren i en lampe
- nedbryde blandinger og opløsninger - som i elektrolyse.

Omkring 600 år f. Kr. fandt grækerne ud af, at hvis man gned et stykke rav med et skind, kunne det tiltrække små stykker strå. Denne mærkelige effekt forblev et mysterium i over 2000 år.

Hvor kommer ordet elektricitet fra?

Elektroner, elektricitet, elektronik og andre ord, som begynder med ”elektr.”, stammer alle fra det græske ord ”elektor”, som betyder ”strålende sol”. På græsk er ”elektron” ordet for rav. Omkring 600 år f. Kr. fandt grækerne ud af, at hvis man gned et stykke rav med et skind, kunne det tiltrække små stykker strå. Grækerne vidste ikke, hvad der var årsag til fænomenet, men de havde opdaget et af de første eksempler på statisk elektricitet. Det latinske ord “electricus” betyder “fremstillet af rav ved friktion (gnidning)”.

Elektriske kredsløb

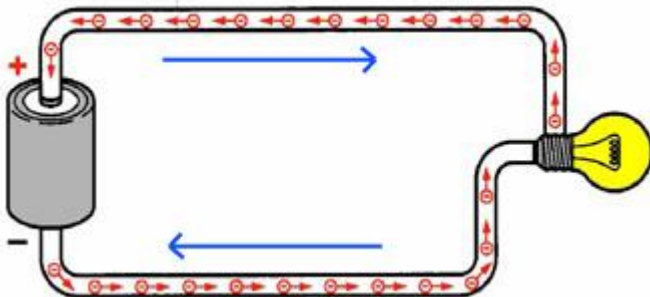
Elektriske kredsløb

Part 0

En simpel model af et elektrisk kredsløb

Batteriet i et elektrisk kredsløb laver strøm ved at "skubbe" de elektriske ladninger rundt i kredsløbet. Antallet af volt, man kan aflæse på batteriet, er et mål for, hvor meget batteriet kan "skubbe" og hvor meget energi, det kan overføre til ladningerne. I dag ved vi, at den elektriske strøm er elektroner, som bevæger sig fra batteriets negative pol til den positive pol. Desværre antog videnskabsfolk tilbage i tiden, at strøm bevæger sig fra den positive pol til den negative pol. På trods af denne fejltagelse tegner vi stadig strømretninger i diagrammer, som om strømmen bevæger sig fra plus til minus.

Elektronernes energi overføres til pæren og dernæst til omgivelserne.



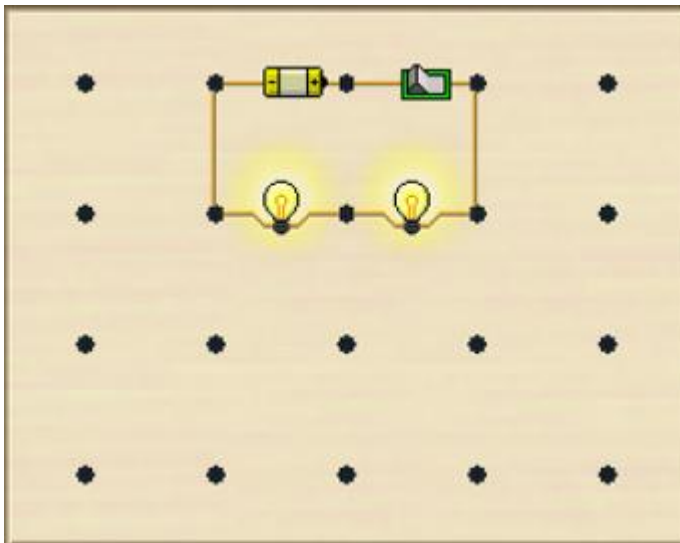
Batteriet leverer energien til de frie negative elektroner i ledningernes metalatomer og "skubber" dem rundt i kredsløbet. De blå pile angiver strømretningen, altså den retning positive ladninger ville have bevæget sig. Husk at elektronerne, som vist på tegningen, bevæger sig modsat de blå pile.

Serieforbindelse og parallelforbindelse

Der er to forskellige måder at forbinde to lamper til det samme batteri. De to kredsløb er meget forskellige. De kaldes serieforbindelse og parallelforbindelse. Her kan man læse om forskellene:

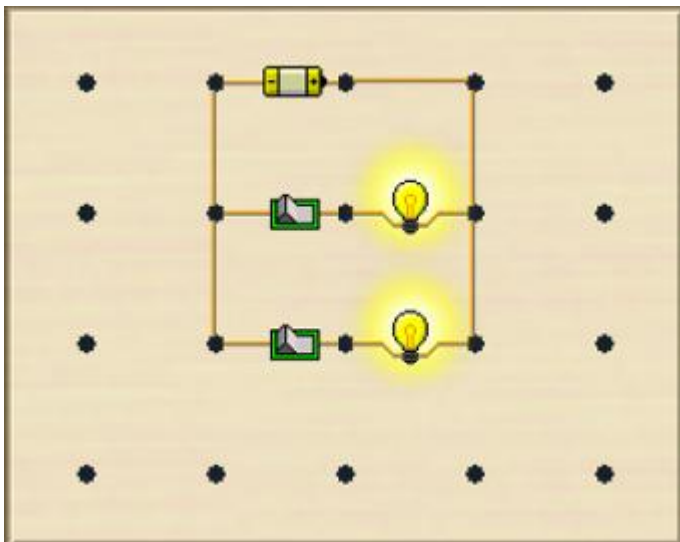
Serieforbindelse

Pærene lyser ens med mindre styrke. Pærene kan ikke slukkes uafhængigt af hinanden. Batteriet varer længere. Hvis en af pærene går ud, vil den anden også gå ud. En lyskæde til et juletræ er ofte en serieforbindelse.



Parallelforbindelse

Pærene lyser ens men med fuld styrke. Pærene kan slukkes uafhængigt af hinanden. Batteriet varer ikke så længe. De elektriske pærer i et hus er en parallelforbindelse.



Oversigt over links

Måleinstrumenter

Når man arbejder med elektriske kredsløb, er det vigtigt at kunne indsætte de forskellige måleinstrumenter rigtigt.

- Elektrisk strøm måles med et amperemeter. Enheden er ampere (A).
- Spændingsforskellen måles med et voltmeter. Enheden er volt (V).



Amperemeter.



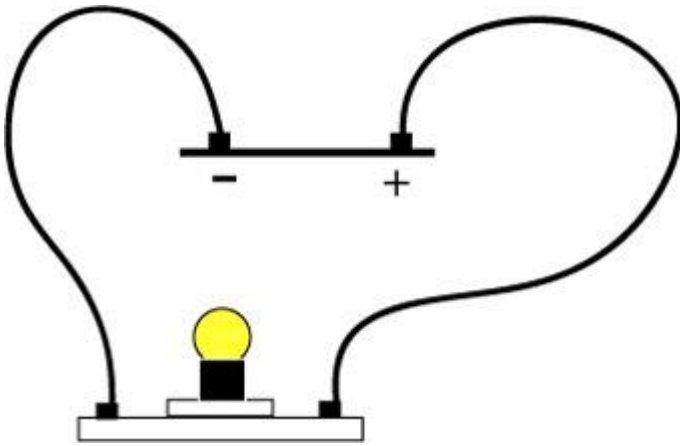
Voltmeter.

Når man skal indsætte disse måleapparater i et elektrisk kredsløb, er det nogle ting man må vide.

Måleinstrumenter

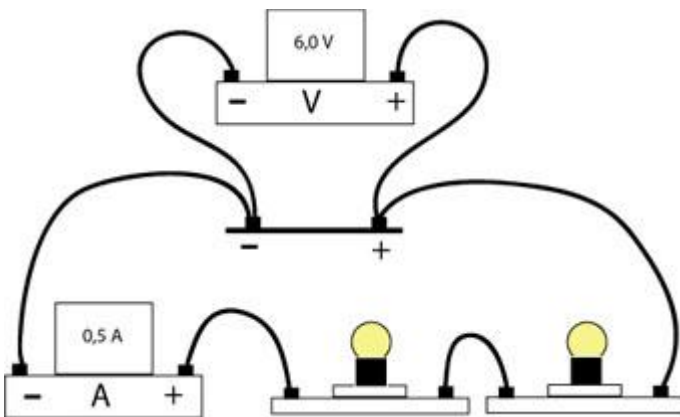
Kredsløb med en pære

En enkelt kredsløb med en pære (6 V - 1 A) tilsluttet en spændingskilde. På den modsatte side er der indsat et amperemeter og et voltmeter i det samme kredsløb.



To pærer i serieforbindelse

De to pærer (6 V - 1A) lyser nu svagere, da strømstyrken gennem pærene kun er 0,5 A. Hvis man måler spændingsforskellen over hver af pærene, vil den vise 3 V.

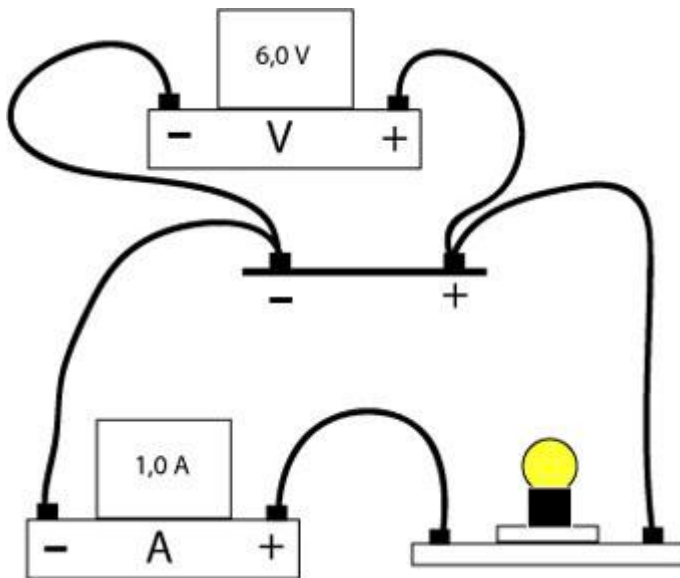


Et amperemeter skal indsættes i serie på det sted, man ønsker at måle strømstyrken. Modstanden i et amperemeter er meget lille. Hvis man indsætter et amperemeter i en parallelforbindelse i et kredsløb, er der en fare for, at man kommer til at lave en kortslutning.

Et voltmeter skal indsættes parallelt med den komponent, man ønsker at måle spændingsforskellen over. Et voltmeters indre modstand er meget stor. Hvis man anbringer et voltmeter i serie i et kredsløb, risikerer man blot, at der slet ingen strøm går i kredsløbet.

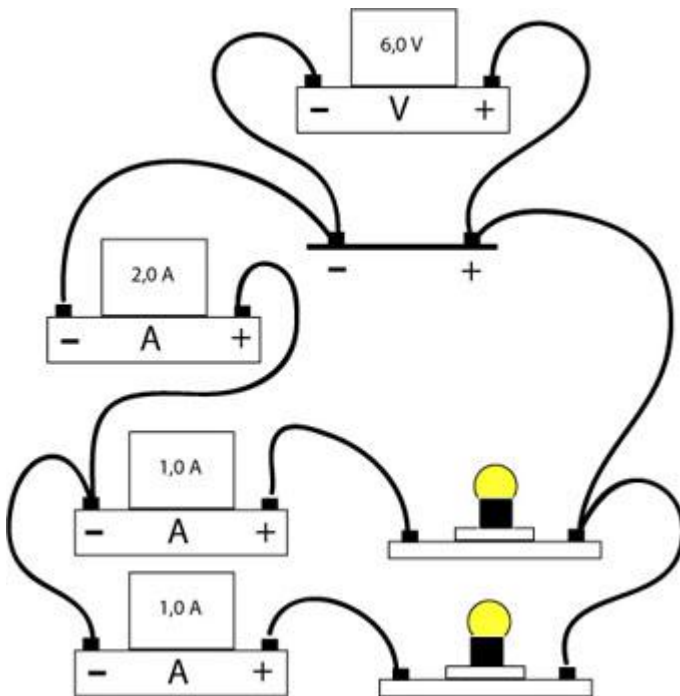
Amperemeter og voltmeter sat ind i kredsløbet

Amperemeteret viser, at der løber en strøm på 1 A gennem pæren. Voltmeteret viser, at pæren er tilsluttet en spændingskilde på 6 V.



To pærer i parallelforbindelse

Pærene (6V - 1A) lyser normalt. Læg mærke til, at den samlede strømstyrke er 2 A.

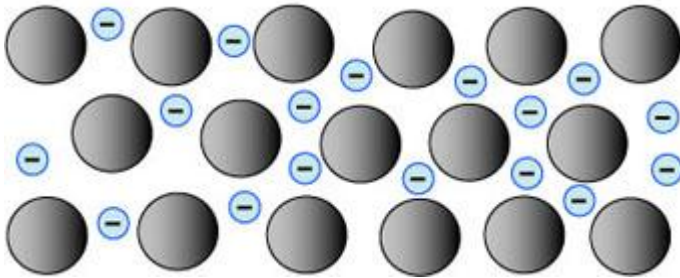


Husk også at tage hensyn til forbindelserne til et amperemeter og et voltmeter med hensyn til, om du arbejder med jævnspænding eller vekselspænding. Plus fra jævnstrømkilden skal forbindes til plus på amperemeteret.

Modstand

Materialer, som kan lede den elektriske strøm, kaldes ledere. Materialer, som ikke kan lede den elektriske strøm, kaldes isolatorer. I nogle ledere er elektronerne i stand til at bevæge sig mere frit end i andre ledere. Disse ledere har lille modstand.

Metalatomer

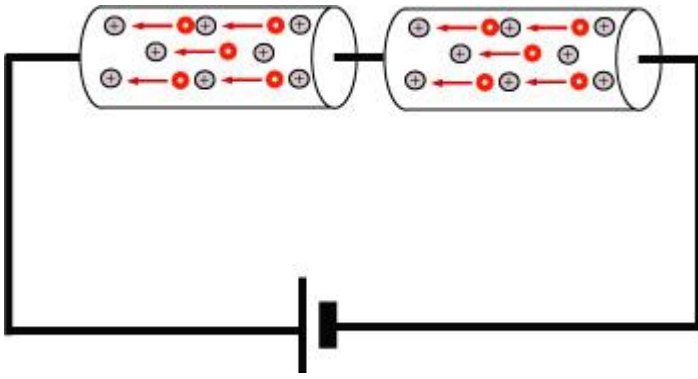


De grå cirkler illustrerer metalatomerne. De kan også opfattes som positive ioner, fordi de har doneret elektroner til den omgivende "sø" af elektroner. De mindste cirkler illustrerer "søen" af elektroner. Metaller er gode ledere på grund af deres struktur. Metalionerne er omgivet af en "sø" af elektroner. Hvis der etableres en spændingsforskel over en metalledning, bliver elektronerne i stand til at bevæge sig. Elektronerne møder modstand ved at ramme ind i metalionerne.

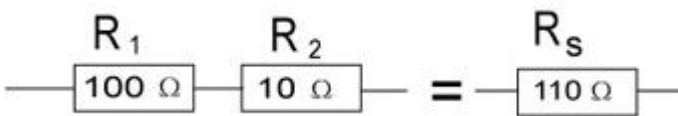
- Jo længere lederen er, des større er modstanden. To ledere i serie er som en lang leder. De vil have en større modstand end i en enkel leder, fordi elektronerne skal bevæge sig længere. Husk, at det er elektronernes sammenstød med ionerne i metallet, som er årsag til modstanden.
- Jo tykkere lederen er eller jo større tværsnitsarealet er, des mindre modstand. To parallelle ledninger er som en tyk ledning. Elektronerne har nu flere veje at bevæge sig på over den samme afstand.

Modstand

Modstande i serie



To ledninger i serie er som en lang ledning, fordi elektronerne skal bevæge sig dobbelt så langt. Så den samlede modstand af serieforbundne modstande findes som summen af de enkelte modstande. Jo flere modstande, vi serieforbinder, des større bliver den samlede modstand.



$$R_s = R_1 + R_2$$

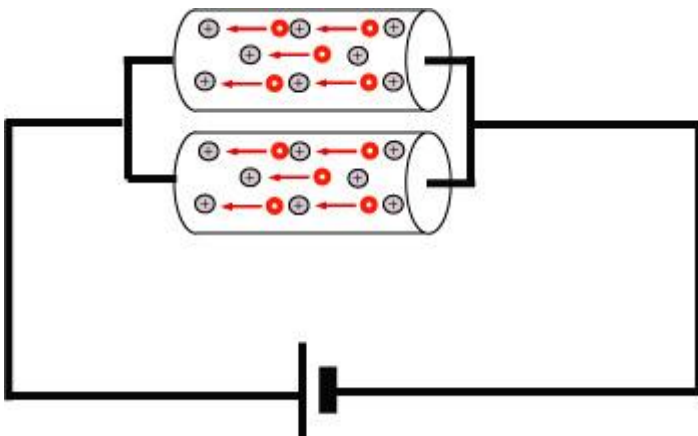
Part 0

Lær om modstandes farvekode ^[1]

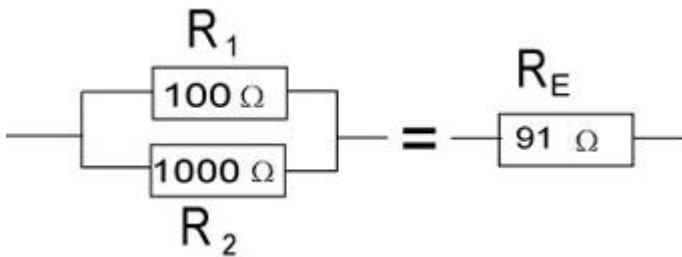


Opstillinger ^[2] på et sømbræt med modstande i en serie- og parallelforbindelse.

Modstande i parallel



To parallelle ledninger er som en tyk ledning, fordi elektronerne har flere veje at bevæge sig på over den samme afstand. Så erstatningsmodstanden for paralleltforbundne modstande kan udregnes på denne måde:



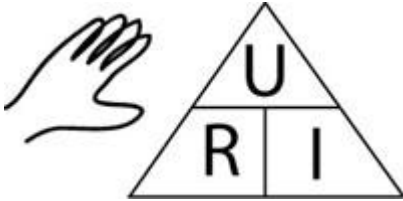
$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Leftrightarrow R_E = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Oversigt over links

1. [1] [/elever7-10/fag/fys/temaer/temaer_fysik/elektricitet/farvekoder/index.html](#)
2. [2] [/gsk/fag/fys/ckf/fase1/1aafok/elektronik/modstande/stroemregulering/index.html](#)

Ohms Lov

Ved hjælp af Ohms Lov kan man beregne én af størrelserne, hvis man kender de to andre. Nederst på siden kan man se, hvordan man kan bruge denne tegning.



Ohms lov

Alessandro Volta

1745 – 1827



Italiensk fysiker, født i Cosmo, hvor han en årrække var gymnasielærer. Fra 1797 var han professor i kemi ved universitetet i Pavia. Volta var uddannet i sprog og litteratur, men fattede interesse for fysik og arbejdede især med elektricitet. Hans vigtigste bidrag til videnskaben var den såkaldte voltasøjle.

Enheden volt for elektrisk spændingsforskel er opkaldt efter Volta.

André Marie Ampère

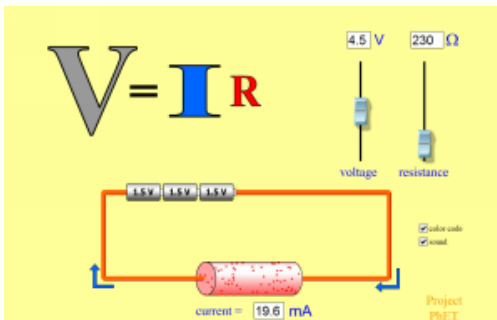
1775 – 1836



Fransk fysiker og matematiker. Fra 1804 var han professor ved universitetet i Bourg, 1809 – 19 professor ved den polytekniske skole i Paris og derefter ved universitetet samme sted. Den 11. september 1820 hørte Ampère om H. C. Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen og kastede sig straks over yderligere undersøgelser af sammenhængen mellem elektricitet og magnetisme.

Enheden ampere for elektrisk strømstyrke er opkaldt efter Ampère.

Ohms lov - interaktiv



Klik på billedet. Prøv derefter at se hvad der sker, hvis du flytter de to skydere op og ned.

V angiver spændingsforskellen.

Georg Simon Ohm

1787 – 1854



Tysk fysiker. Født og opvokset i Erlangen. I ni år gymnasielærer i fysik og matematik. I 1849 fik Ohm sit drøm opfyldt da han blev professor ved universitetet i München.

Efter undersøgelser af elektriske ladninger i ledere, var han i stand til at definere en fundamental sammenhæng mellem spændingsforskel (U), modstand (R) og strømstyrken (I) udtrykt ved formlen: $I = U/R$ eller skrevet på en anden måde: $U = R \times I$.

Enheden ohm for elektrisk modstand er opkaldt Ohm.

Anvendelser af Ohms Lov

Hold hånden over den størrelse du vil beregne.



$$U = R \times I$$



$$R = U/I$$



$$I = U/R$$

Oversigt over links

Magnetisme

Alle magneter har et magnetisk felt omkring sig, og der eksisterer en magnetisk kraft mellem to magneter, som vekselvirker med hinanden. Ethvert materiale, som kan magnetiseres (kan blive til en magnet), beskrives som magnetisk og bliver magnetiseret, hvis det bliver placeret i et magnetisk felt. Bevægelse af ladninger (elektroner) kan også skabe et magnetisk felt (elektromagnetisme).

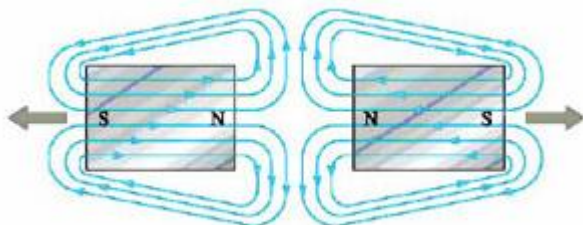
Magneter

Poler

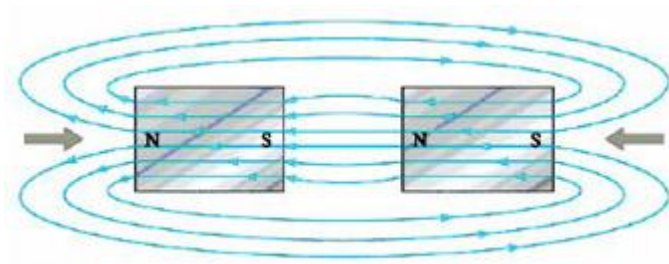
Et sted på magneten, hvor den magnetiske kraft synes koncentreret. Der er to typer af poler – nordpolen (den nord-søgende pol) og sydpolen (den syd-søgende pol). De to poler kan identificeres, hvis man laver et forsøg med en frithængende magnet i jordens magnetfelt. Nordpolen vil pege mod nord og sydpolen mod syd.

Magnetismens 1. lov

- Ens poler vil frastøde hinanden



- Uens poler vil tiltrække hinanden



Ferromagnetiske materialer.

Der er materialer, som er meget lette at magnetisere. Det er fx jern, nikkel, cobolt eller legeringer af disse. Ferromagnetiske materialer beskrives som bløde (blødt jern) eller hårde (hårdt jern = stål).

Hårde ferromagnetiske materialer

Stål er et ferromagnetisk materiale, som holder på magnetismen. Magneter, som er lavet af hårde ferromagnetiske materialer, kaldes permanente magneter. De bruges fx til kompasnåle.

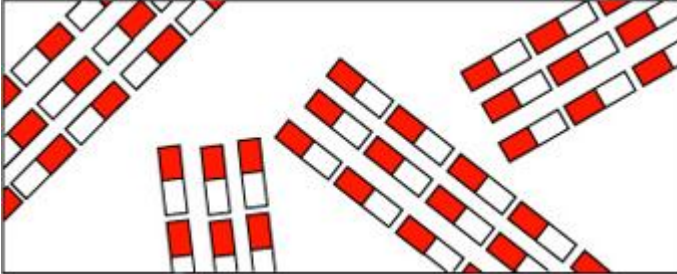
Bløde ferromagnetiske materialer

Det er ferromagnetiske materialer, som hurtigt mister magnetismen efter at være blevet magnetiseret, fx jern. Ferromagnetiske materialer er ofte brugt som kernen i en elektromagnet.

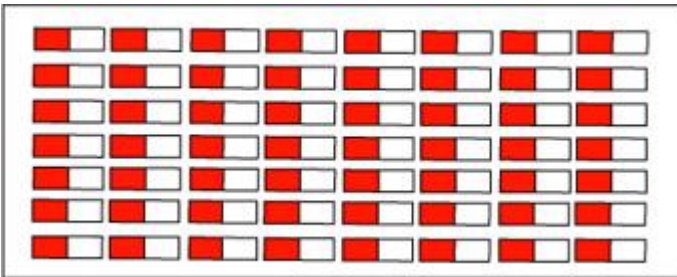
Domæneteori for magnetisme

Teorien siger, at ferromagnetisk materiale består af dipoler eller molekylemagneter, som påvirker hinanden. Disse ”småmagneter” befinder sig i nogle områder, som kaldes domæner. I disse områder peger de alle i samme retning. Et ferromagnetisk materiale bliver magnetiseret, hvis alle disse domæner peger i samme retning.

I et ikke-magnetisk stadie er domænerne rodet sammen, så den magnetiske effekt er blevet neutraliseret.

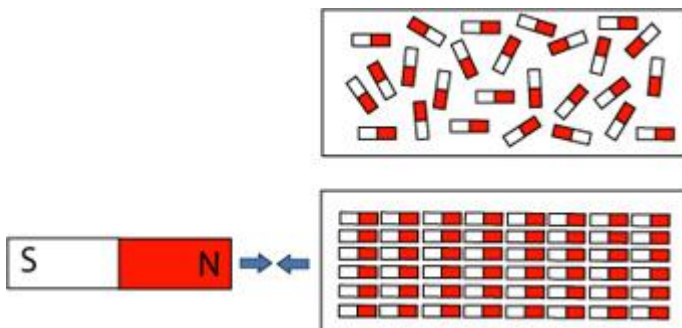


I et magnetisk stadie er domænerne ordnet, og magneten kan ikke blive stærkere.



At magnetisere

Når et materiale skal magnetiseres, så skal alle dipolerne ensrettes. Det kan kun ske ved at anbringe materialet i et magnetisk felt, hvilket kaldes induceret magnetisme.



At afmagnetisere

Hvis man vil fjerne magnetismen fra en genstand, er der flere muligheder. Man kan anbringe tingen i et magnetfelt, som skifter retning hele tiden. Det kunne fx være en spole, som er forbundet med en vekselspænding. Dipoler kan også bringes i en vilkårlig retning ved at slå på genstanden med en hammer eller varme genstanden op til ca. 700° C.

Part 0

Læs om magnetiske felter ^[1]

Oversigt over links

1. [1] [/elever7-10/fag/fys/emner/fysikemner/magnetisme/magnetiske_felter/index.html](#)

Magnetiske felter

Et magnetisk felt er et område omkring en magnet, hvor genstande kan påvirkes af en magnetisk kraft. Styrken og retningen af det magnetiske felt vises som magnetiske feltlinjer.

Magnetiske felter

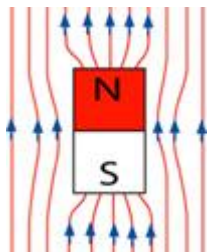
Eksempel på induceret magnetisme



Her er der strøet jernfilspåner omkring en stangmagnet. På denne måde kan man få et billede af de magnetiske feltlinjer omkring magneten. Omkring polerne ligger feltlinjerne meget tæt, og vi får et kraftigt magnetfelt disse to steder.

Permeabilitet

Permeabilitet er et mål for, hvor godt et materiale er til at ”lede” et magnetisk felt. Blødt jern er meget bedre til dette end luft. Det anvendes i forbindelse med elektromagneter, hvor man anbringer en kerne af blødt jern inde i spolen for at få koncentreret de magnetiske feltlinjer. Tegningen illustrerer, at blødt jern har en større permeabilitet end luft.

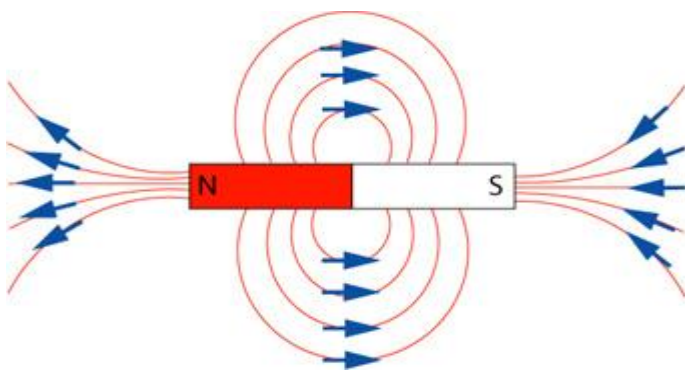


Jernkernen er nu selv blevet til en magnet på grund af den inducerede magnetisme.

Magnetfeltets retning

Det er besluttet, at feltlinjerne går fra magnetens nordpol til magnetens sydpol.

Små pile bliver ofte benyttet til at vise retningen af magnetfeltet.



Permeabilitet.

Glas er et ikke-magnetisk materiale som ikke bliver påvirket af et magnetisk felt.

