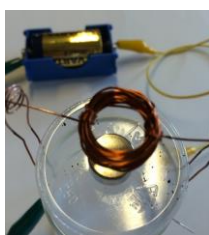
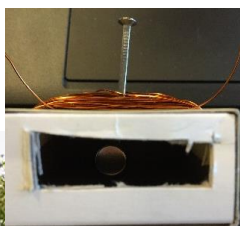
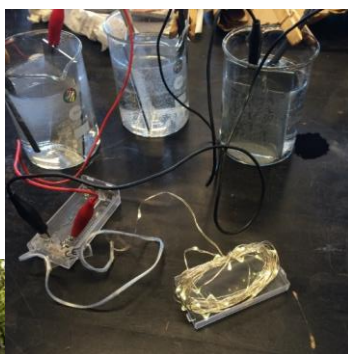


HOUSE of SCIENCE
Videnskabsskolen

Udskoling 7. – 9. klasse



Indhold

Elevforsøg 1 - Kasse 1 - Brændstoffers brændværdi.....	3
Elevforsøg 2: Kasse 1 - Brænd nødder, sukker og fedt	7
Elevforsøg 3: Kasse 2 - Lav et batteri.....	10
Extra forsøg: Lav batterier af madvarer.....	16
Elevforsøg 4: Kasse 3 - Flaskeenergi – når vand falder	17
Elevforsøg 5: Kasse 3 - Vandkraftværket – en model	20
Elevforsøg 6: Kasse 3 - Løft bly ikke jern.....	23
Elevforsøg 7: Kasse 4 - Minisolfanger og albedoeffekt	25
Albedoeffekten – extra forsøg	30
Elevforsøg 8: Kasse 5 - Koldt og varmt lys fra pærer	32
Elevforsøg 9: Kasse 5 - Termometer i flamingo	36
Elevforsøg 10: Find de varmeste hænder.....	39
Elevforsøg 11: Kasse 5 - Energi i damp og kogende vand	41
Elevforsøg 12: Kasse 6 - Lav en elektromotor	45
Elevforsøg 13: Kasse 6 - Lav en håndgenerator.....	48
Elevforsøg 14: Kasse 6 - Model af kernekræfter	52
Elevforsøg 15: Kasse 7 - Virkningsgrad – apparater	56

Elevforsøg 1 - Kasse 1 - Brændstoffers brændværdi

Eksperiment om afbrænding af organiske brændstoffer

➤ Spørgsmål:

Indeholder petroleum, benzin og sprit lige så meget energi som kul, gas og råolie?

➤ Begreber:

Brændstoffer udvikler forskellig mængde kemisk energi, når de brænder. Den mængde energi målt i kJ, som 1 gram af et stof udvikler, kaldes stoffets brændværdi.

➤ Hypotese og formål:

Lav en undersøgelse, hvor I beregner sprit, petroleum og benzins brændværdi, så I derefter kan sammenligne dem med andre brændstoffers brændværdi.

Hvilket brændstof, tror I, har den højeste brændværdi?

➤ Udstyr: Se foto

Brænder, termometer, vægt, kolbe, bægerglas, pipette, forsøgsstativ med forsøgsklemme, petroleum, benzin, sprit.



➤ Sådan gør I:

Vær opmærksom på: Brug evt. udsugning.
Pas på varme genstande.

- Lav opstillingen på billedet med en passende afstand ml. brænder og kolbe.
- Hæld 100 ml. vand i kolben.
- Stil den tomme brænder på vægten. Nulstil vægten og hæld 50 g sprit i brænderen. Brug en pipette til at måle så præcist som muligt.
- Mål vandets temperatur inden du tænder. Noter i



skemaet.

- Varm vandet op til kogepunktet. Rør rundt i vandet.
- Sluk for brænderen.
- Stil et bægerglas på vægten, nulstil vægten og hæld spritten fra brænderen op i bægerglasset.
- Aflæs vægten og beregn, hvor mange gram sprit der er brugt.
- Brug skemaet til at beregne brændstoffets brændværdi.

Brændstof	Sprit	50 g
Temperaturstigning = Temperatur slut - Temperatur start		
_____ °C - _____ °C = _____ °C		

Vandet modtager energi = temperaturstigning · vandmængde · vands varmekapacitet = _____ J
_____ °C · 100 ml · 4,2 J/ml/ °C = _____ J

Sprits brændværdi = modtaget energi : brugt brændstof = _____ J/g
_____ : _____ = _____ J/g = _____ kJ/g
Find sprits brændværdi i tabellen på næste side = _____ kJ/g

Lav samme undersøgelse med petroleum og/eller benzin:

Brændstof:	50 g
Temperaturstigning = Temperatur slut - Temperatur start	
_____ °C - _____ °C = _____ °C	

Vandet modtager energi = temperaturstigning · vandmængde · vands varmekapacitet = _____ J
_____ °C · 100 ml · 4,2 J/ml/ °C = _____ J

Sprits brændværdi = modtaget energi : brugt brændstof = _____ J/g
_____ : _____ = _____ J/g = _____ kJ/g
Find sprits brændværdi i tabellen på næste side = _____ kJ/g

Brændstof:	50 g
Temperaturstigning = Temperatur slut - Temperatur start _____ °C - _____ °C = _____ °C	

Vandet modtager energi = temperaturstigning · vandmængde · vands varmekapacitet = _____ J _____ °C · 100 ml · 4,2 J/ml/ °C = _____ J

Sprits brændværdi = modtaget energi : brugt brændstof = _____ J/g _____ : _____ = _____ J/g = _____ kJ/g Find sprits brændværdi i tabellen på næste side = _____ kJ/g

➤ Info og forklaring:

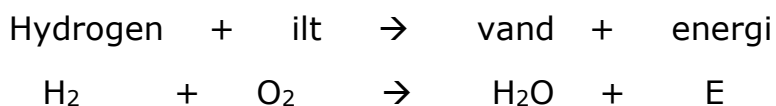
Af tabellen her fremgår brændværdien for forskellige brændstoffer:

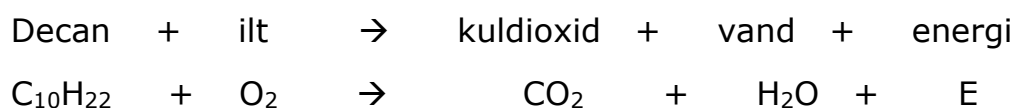
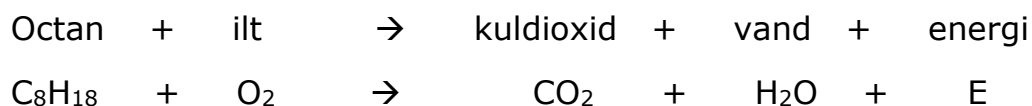
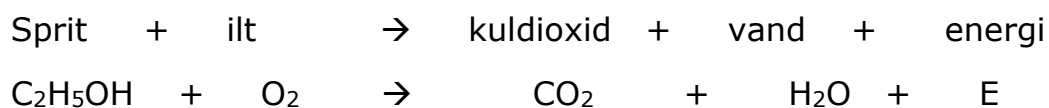
Brændstof	Hydrogen	Propan	Benzin	Dieselolie	Metan	Stenkul	Ethanol	Træ - bøg
Brændværdi i kJ/g	131,79	48,3	42,7	44,8	52,4	28,4	29,7	14,2
Brændstof	Petroleum	Halm	Træ – gran	Husholdningsaffald		Tørv	Træpiller	
Brændværdi i kJ/g	43,5	14,5	11,4	9,5		11,7	17,5	

Kilde: Wikipedia og Natlex.dk

Alle brændstoffer kræver ilt til forbrænding. Er der ilt, O₂ nok til en fuldstændig forbrænding, dannes der ved afbrænding af alle brændstoffer kuldioxid, CO₂ og vand, H₂O. Hydrogen laver dog kun vand ved forbrænding. Nogle brændstoffer er blandingsprodukter. Benzin er f.eks. en blanding af mange forskellige kulbrintemolekyler, der indeholder 5 til 12 kulstofatomer. Octan C₈H₁₈ og decan C₁₀H₂₂ indgår i benzin.

I kemi lærer man at afstemme reaktioner. Mens I venter på opvarmningen, kan I afstemme disse 4 reaktioner. Skriv de rigtige tal foran stofferne:





➤ Konklusion:

Hvad er resultatet af jeres undersøgelse? Gættede I rigtigt?

Jeres resultat afviger nok fra tabellen. Det er fordi, der er en eller flere fejlkilder i undersøgelsen. Hvad kan man forbedre ved opstillingen?

Sammenlign de brændstoffer, som I har undersøgt med kul, olie og gas. Hvad viser sammenligningen?

➤ **Baggrundstekst:** Du kan læse om kemisk energi i "Energihæfte 1".

➤ **Links:** <http://www.denstoredanske.dk>

Elevforsøg 2: Kasse 1 - Brænd nødder, sukker og fedt

Eksperiment om afbrænding af fødevarer

Spørgsmål: Indeholder nødder, fedt, sukker og brød lige meget energi?

➤ Begreber:

Fødevarer består af næringsstoffer bl.a. kulhydrater, proteiner og fedtstoffer. Disse indeholder kemisk energi. Den mængde energi som 1 gram af et næringsstof udvikler, kaldes stoffets brændværdi. Det måles i J/g.

➤ Hypotese og formål:

Lav en undersøgelse af fødevarernes brændværdi ved at sammenligne, hvor meget de kan varme vand op.

Hvilken fødevare, tror I, har den højeste brændværdi? _____

➤ Udstyr: Se foto

Fødevarer som: Nødder, rapsolie, evt. andefedt, sukkerknald + aske, bunsenbrænder eller lignende, spiseske, alufolie, måleglas, reagensglas, stativ med stativklemme eller reagensglasklemme, termometer eller datalogger med termometersensor, væge fra fyrfadsllys, vægt



➤ Sådan gør I:

Vær opmærksom på: Brug udsugning. Pas på varme genstande.

- Lav opstillingen som den er vist på tegningen. Har I ikke et stativ, kan I holde reagensglasset med en reagensglasklemme.
- Hæld 10 - 20 ml. vand i reagensglasset. Brug en pipette.
- Mål starttemperaturen og noter den i skemaet herunder.
- Læg et stykke alufolie på vægten. Læg jeres fødevare – f.eks. nogle peanuts på folien. Vej folie + fødevare. Noter massen.
- Monter folien på skeen, sæt skeen i stativet.



- Sæt ild på fødevaren vha. en bunsenbrænder eller lignende. Varm ned på fødevaren.
- Når den brænder, sluk bunsenbrænderen og hold skeen under reagensglasset.
- Når fødevaren er brændt færdig, rør rundt med termometeret, aflæs og noter sluttemperaturen.
- Vej alufolien med forbrændingsresterne (slaggen). Noter.
- Gentag forsøget med andre fødevarer. Bruger du fedtstoffer skal du lægge en væge fra et fyrfadslys i fedtet og tænde den.
- Sukkerknalden kan du kun tænde, hvis den er dypet i lidt aske. Asken får sukkeret til at brænde, fordi asken indeholder små rester af jern/jernsalte. Jernet virker som en katalysator, der mindsker den mængde energi, der skal til for at starte forbrændingsprocessen.
- Lav beregninger og udfyld skemaet.



	Stof	Peanuts	Sukkerknald	Rapsolie	Kokosolie	
1	Masse af folie med fødevare og evt. væge i g					
2	Masse af ske med slagge i g					
3	Masse af brændt fødevare i g					
4	Starttemperatur (° C)					
5	Sluttemperatur (° C)					
6	Temperaturstigning					
7	Temperaturstigning pr. gram fødevare					

➤ Konklusion:

Ved at måle temperaturstigningen pr. gram brændt fødevare, kan I sammenligne fødevarernes brændværdi. Hvad er resultatet af jeres undersøgelse? Gættede I rigtigt?

Har I en forklaring på, hvorfor det lige er den fødevarer, der varmer bedst.

➤ Info og forklaring:

Fødevarer indeholder kemisk energi. Fedtstoffer indeholder i gennemsnit 37 kJ/g, proteiner og kulhydrater indeholder ca. halvt så meget, nemlig 17 kJ/g. Derfor kan I forvente, at fedtstofferne opvarmer ca dobbelt så godt som sukkerknalden. Reelt set er indeholdet for fødevarerne:

Fødevarer	Peanuts	Sukker	Rapsolie	Kokosolie
Energiindhold i kJ/g	23,8	6,5	35	37,7

Ved forbrændingen reagerer nælringsstofferne med ilt og danner kuldioxid og vand samt varmeenergi. Eksempelvis reagerer sukker – saccharose sådan. Afstem reaktionen og se, hvor mange kuldioxid- og vandmolekyler, der dannes:



Når man brænder vores husholdningsaffald på et forbrændingsanlæg er en del af det jo fødevarer. Den varme man får på forbrændingsanlægget bruges til dels at lave elektricitet dels fjernvarme. På samme måde bruger man biomasse som halm, pil, træ til opvarmning.

➤ Baggrundstekst:

Du kan læse om kemisk energi i "Energihæfte 1".

➤ Links:

<http://altomkost.dk/fakta/naeringsindhold-i-maden/energigivende-naeringsstoffer/>

Elevforsøg 3: Kasse 2 - Lav et batteri

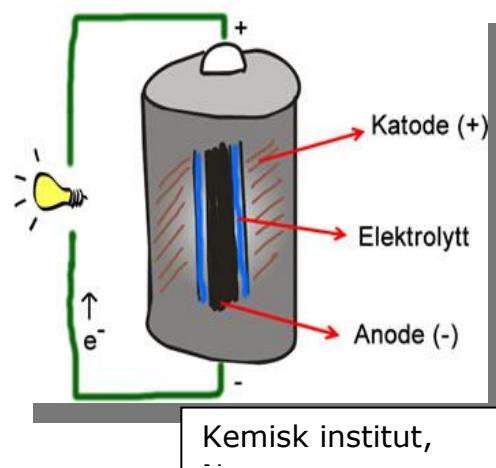
Eksperiment om metalleres spændingsforskel

➤ Spørgsmål:

Hvordan fungerer et batteri? Kan man selv lave et batteri?

➤ Begreber:

Et batteri har en plus- og minuspole. Pluspolen kaldes anode og minuspole kaldes katoden. Polerne er ofte lavet af kul eller metaller. Ved minuspole er der overskud af elektroner (e^-). Elektronerne påvirkes af de elektriske kræfter, som virker mellem polerne. Forbindes et apparat til polerne kan elektronerne løbe i et kredsløb fra minuspole til pluspol. Vi siger, at der er en spændingsforskel. Spændingsforskel eller bare spænding måles i volt (V).



Mellem polerne har man en elektrolyt. Det er en gele eller en væske, der har den funktion, at den leder de positive ioner men ikke de negative elektroner.

Hypotese og formål:

Lav en undersøgelse, hvor I laver det bedst mulige batteri af de udleverede metaller. Hvilket metal, tror I, fungerer bedst som anode og katode?

Anode: _____

Katode: _____

➤ Udstyr:

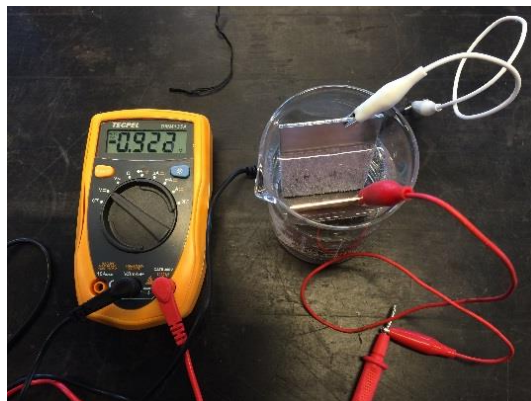
Forskellige metalstykker (kobber, zink, jern) og kulstænger, sandpapir, bægerglas, fortyndet svovlsyre (1 M), sikkerhedsbriller, klemmer, miniledninger, krokodillenæb, multimeter, fatning, forskellige pærer og diverse apparater som bruger elektrisk energi.



➤ Sådan gør I:

Vær opmærksom på: Brug sikkerhedsbriller, når I bruger svovlsyre

- Læg papir på bordet for at beskytte bordet mod syrepletter.
- Hvis metallerne/kulstangen er tæret er det en god idé at pudse dem lidt med noget sandpapir. Gør det over en skraldespand og undgå at indånde støvet.
- Hæld 150 ml. vand i bægerglasset. Tag briller på og tilsæt 50 ml. svovlsyre.
- Vælg to metalplader og put dem ned i væsken. Forbind pladerne som vist på fotografiet. Hvad ser du? Skriv.



Sker der noget, hvis du bytter rundt på ledningerne?

Der kommer et minus i displayet på måleapparatet, fordi jævnstrømmen går den forkerte vej gennem måleapparatet.

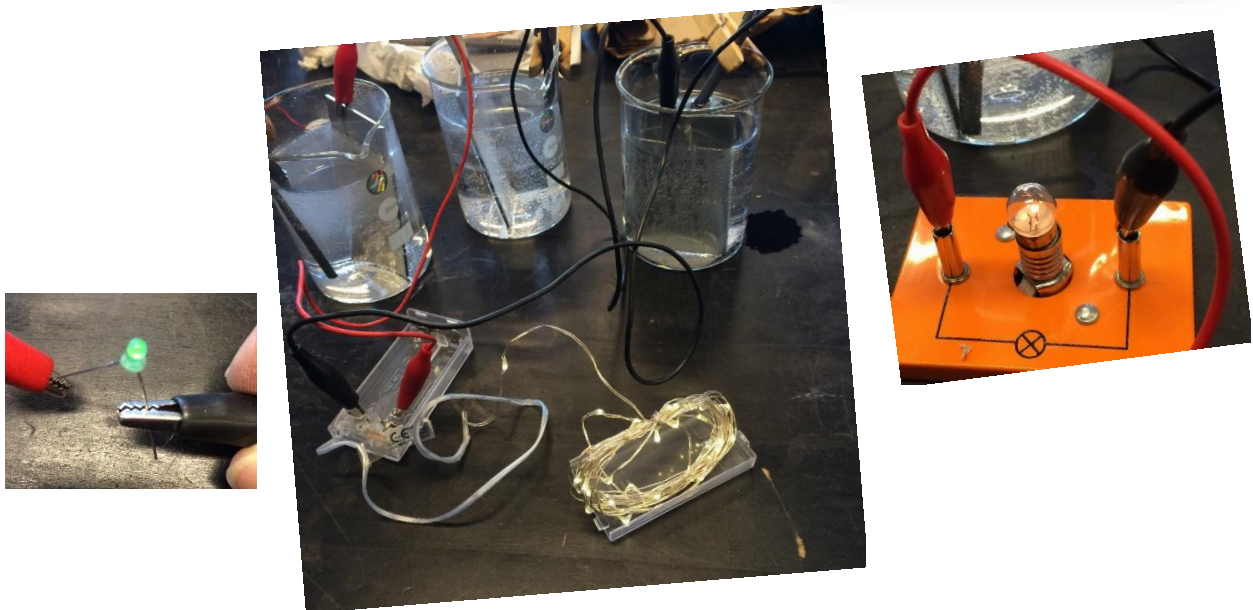
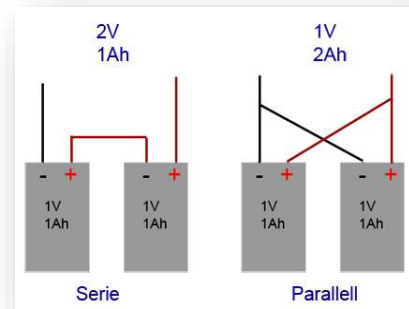
- Lav en undersøgelse med de 3 metaller og kul og se, hvilken forbindelse der giver den største spændingsforskel. Arbejd systematisk. Brug træklemmerne til at holde kulstangen fast på glasset. Noter løbende i skemaet.

Anode	Katode	Spændingsforskel i volt
Zink	jern	
Zink	kobber	
Zink	kul	
Jern		
Jern		
Kobber		

Bedste kombination er:

- Forbind jeres bedste kombination til en pære, en diode (obs. på strømretning) eller en motor, kan batteriet levere nok strøm til at apparatet fungerer?

Ligesom man skal bruge flere batterier i f.eks. en lommelygte. Så kan I forbinde flere hjemmelavede batterier i serie- eller parallel forbindelse. Mål den frembragte spænding og få apparater til at fungere. Det kan være svært giv ikke op!



➤ Konklusion:

Hvad er resultatet af jeres undersøgelse? Gættede I rigtigt? Hvilken kombination af metaller og kul, lavede den største spændingsforskel:

Anode: _____ Katode: _____

Hvad sker der, hvis de to metaller rører hinanden? Kan du forklare hvorfor?

Det vil ofte boble ved polerne, hvad skyldes det?

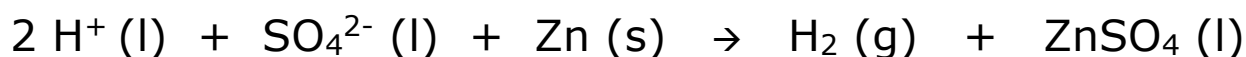
Boblerne er en gas, vil du gætte på hvilken? Hvordan kunne I evt. finde ud af det?

➤ Info og forklaring:

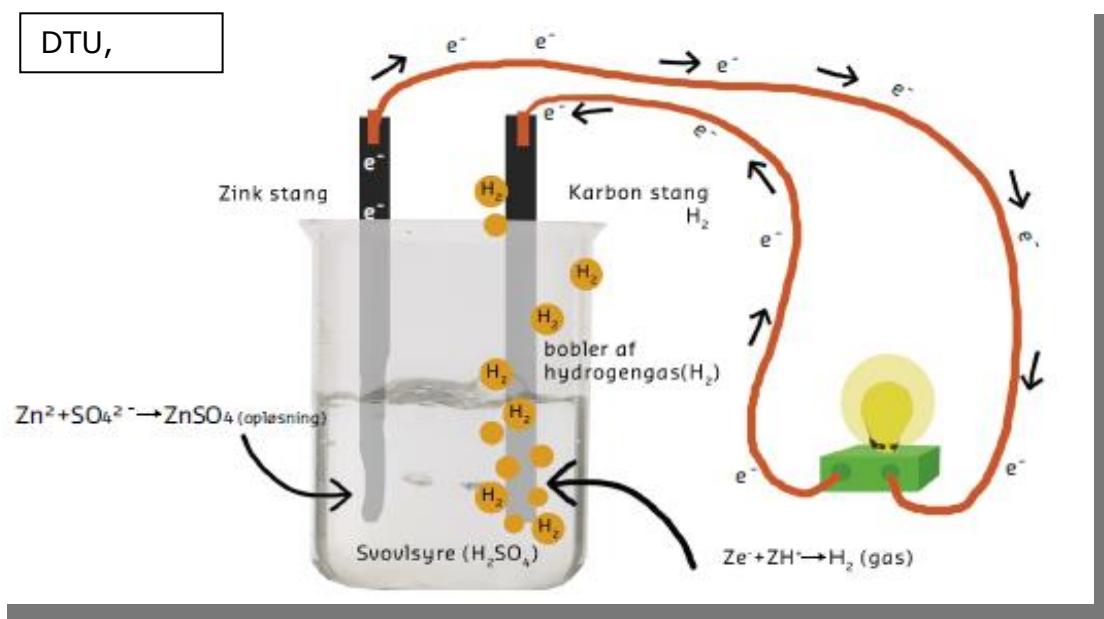
Batterier fungerer vha. redoxprocesser. Dvs. en oxidation og en reduktion i samme proces. Ved en oxidation afgiver atomer elektroner og bliver til ioner. Ved en reduktion optager ioner elektroner og bliver til atomer.

Når man kommer f.eks. zink i væsken, vil svovlsyren oxidere zinkatomerne, der afgiver elektroner. Altså Zn bliver til Zn^{2+} . Syrens H^+ ioner optager elektronerne. De bliver reduceret, sætter sig sammen og danner hydrogengas. Altså $2 \cdot \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2$.

Zink-ionerne går i forbindelse med sulfat-ionerne fra syren og danner saltet zinksulfat, som opløses i syren. Efter noget tid kan man se bundfald af zinksulfat. Man kan sammenfatte processen sådan:



Kommer man kulstangen i opløsningen og laver et kredsløb vil oxidationen af zinkatomerne fortsætte. Nu afgiver zinkatomerne elektronerne ud i kredsløbet gennem pæren, der lyser og videre til kulstangen, hvor reduktionsprocessen af H^+



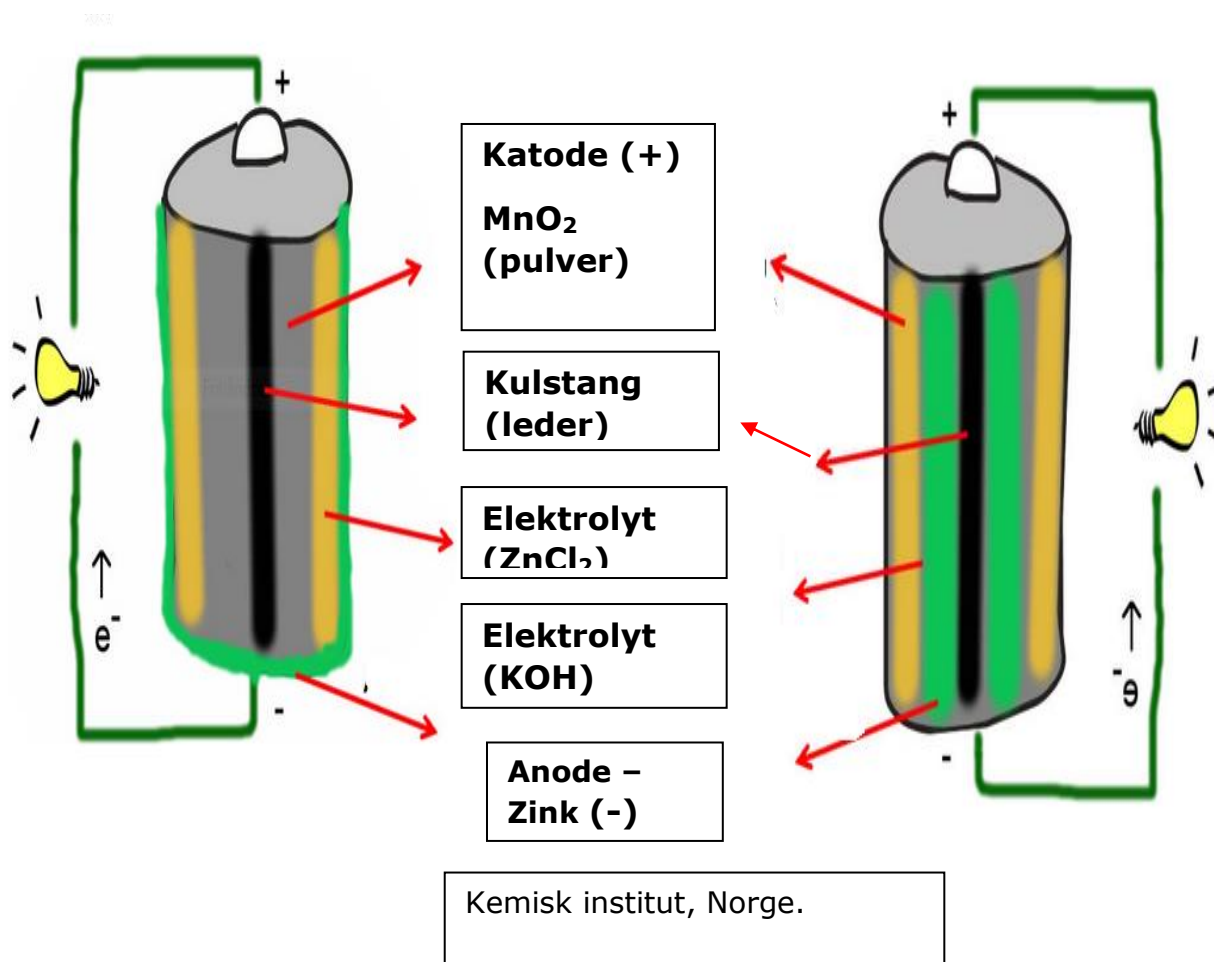
ioner sker og hydrogengassen dannes.

Metallerne oxideres ikke lige let. Nogle metaller holder bedre på deres elektroner (de er mere elektronegative). De metaller som oxideres sværest kaldes for ædle metaller. Medens de metaller som oxideres lettest kaldes uædle metaller. De uædle metaller har det med at blive tæret af luftens oxygen og vanddamp.

Spændingsrækken kan man kalde en oxidationsskala, der viser hvor let metallerne oxideres. Jo længere til venstre det står i rækken, jo lettere afgiver det sine elektroner:

Li K Ca Na Mg Al Zn Cr Fe Sn Pb H⁺ Cu Hg Ag Pt Au
 ← **uædle metaller** **ædle metaller** →

Brint er sat ind i rækken for at vise, at hydrogen ofte indgår i redoxreaktioner. Brint regnes også for seriens midtpunkt, de ædle metaller er til højre for brint og de uædle er til venstre for brint.



Fabriksproducerede engangsbatterier kan enten være brunkulsbatterier eller alkalibatterier. Batterierne fungerer indtil metallerne ikke mere kan levere elektroner og er tærede eller elektrolytten ikke mere kan lede ioner.

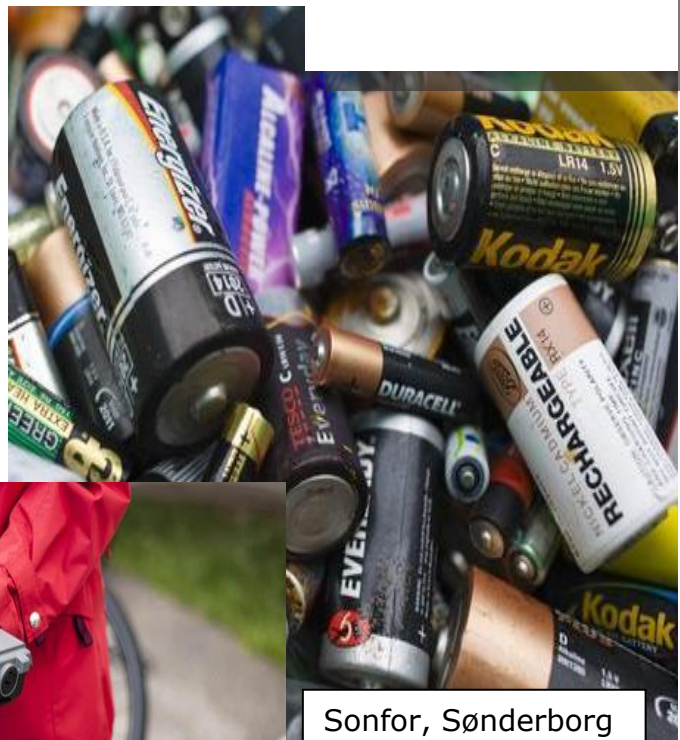
Genopladelige batterier bruger ofte cadmium, bly eller litium. De skal jævnligt oplades igen ved at slutte dem til en strømkilde. Så vendes redoxprocessen og metallerne modtager et overskud af elektroner.

I fht. miljøet er brugen af batterier problematisk, da de forurener miljøet, hvis de ikke genbruges korrekt. Især er tungmetaller som cadmium, kviksølv og bly uønskede i miljøet. Derfor skal batterier samles ind og aflevere til genbrug på den rigtige måde. De må aldrig ryge med i affaldet, der forbrændes.

Litium bruges i mange genopladelige batterier og findes kun i begrænset mængde på jorden.

Batterier

Batterier kan lægges i en klar plastpose på din skraldespand. De kan også afleveres på containerpladsen.



Sonfor, Sønderborg



Katja Kircher, Polfoto

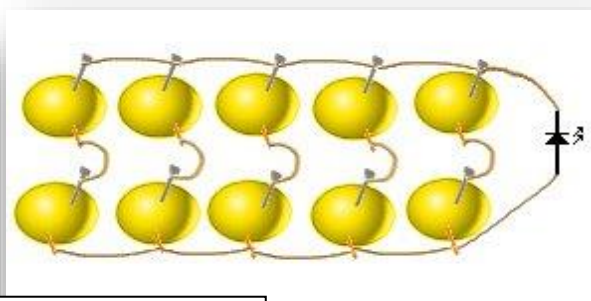
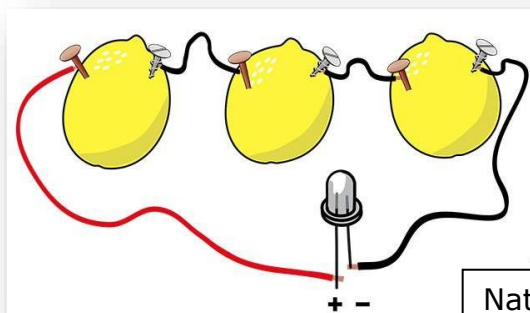
Extra forsøg: Lav batterier af madvarer

Man kan også frembringe elektricitet ved at bruge andre væsker end svovlsyre i vand. Man kunne bruge eddike, dansk vand og syreholdige frugter som elektrolytter.

Hvis din lærer eller I selv kan skaffe nogen citrusfrugter, kan I selv prøve det af. Brug samme metode som med svovlsyren. I kassen er der søm og kobberstykker. Kan I få en diode eller en pære til at lyse vha. et kartoffel- eller citronbatteri? Prøv med de ure, som er i kassen, de bruger mindre elektrisk energi; så de er lette at få til at fungere. Det er sværere med dioderne og pærene.



Husk strømretningen er vigtig i disse apparater. Husk at det ikke er ligegyldigt om du laver serie- eller parallelforbindelse. Den ene giver flere volt (større spændingsforskel), den anden giver flere ampere (større strømstyrke). Brug multimeter til at tjekke, om du gør det rigtige!



Naturskyddsforeninge

➤ Baggrundstekst:

Du kan læse om kemisk energi i "Energihæfte 1".

➤ Links:

- Appelsiner oplader en iPhone: https://youtu.be/9_LLj4_3ZRA
- Se at citroner kan være en elektrolyt: <https://www.youtube.com/watch?v=YpqUu4elxn4>

Elevforsøg 4: Kasse 3 – Flaskeenergi – når vand falder

Leg med kinetisk og potentiel energi

- **Spørgsmål:** Hvad sker der med vandet i en vandflaske, hvis du laver huller i flasken?

- **Begreber:**

Genstande som bevæger sig i et tyngdefelt oplever gravitation. I jordens tyngdefelt hedder gravitationen - tyngdekraften. Kraften er ansvarlig for, at alle genstande trækkes ind mod jordens kerne – ned mod jordoverfladen. Tyngdekraften på 1 kg er i Danmark lig med 9,81 Newton (N).

Galileo Galilei påviste med eksperimenter, at alle frit faldende genstande falder med stigende hastighed pga. en konstant acceleration kaldet tyngdeaccelerationen. Tyngde-accelerationen er $g \sim 9,81 \text{ m/s}^2$. På månen er tyngden ca. 1/6 og derfor er tyngdeaccelerationen også kun 1/6 dvs. $g \sim 1,6 \text{ m/s}^2$.

Når ting falder, så falder de hurtigere og hurtigere. Hvis det sker et sted med luft, så vil faldhastigheden nå et maksimum pga. luftens modstand.

Overraskende nok vil tyngdeaccelerationen få både lette og tunge ting til at falde lige meget hurtigere. Måske vil du mene, at tunge genstande som f.eks. metalkugler burde falde mere hurtigere end lette genstande som f.eks. fjer. Laver du forsøg vil du kunne underbygge din teori, men det skyldes den atmosfæriske luft, der påvirker dit forsøg.

Prøv som et modbevis at tage to lige store og tunge stykker papir. Kryl det ene papir let sammen og kryl det andet meget hårdt sammen. Stil dig på en stol og tab de to ikke lige store "papirkugler" fra samme højde. Den lille kugle rammer klart først, uanset hvor mange gange du prøver. Det viser, at luftmodstanden spiller en stor rolle.

Har man et lufttomt rum, vil man se, at en tung

bowlingkugle rammer samtidig med en let fjer:

<https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>

- **Hypotese og formål:**

Tegn, hvordan I tror, vandet kommer ud af flasken fra de 3 huller:



➤ Udstyr:

Plastflasker, tape, søm, metaltråd til at lave huller med, stearinlys, tændstikker.

➤ Sådan gør I:

Vær opmærksom på:

- Find et område, hvor I kan arbejde med vand - en vask eller en stor bakke.
- Tag en flaske og lav ét hul med et søm, som du har varmet over et fyrfadslys.
- Test flasken ved at fylde vand i flasken,

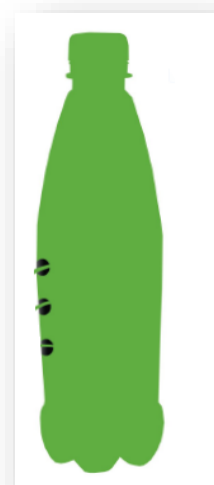
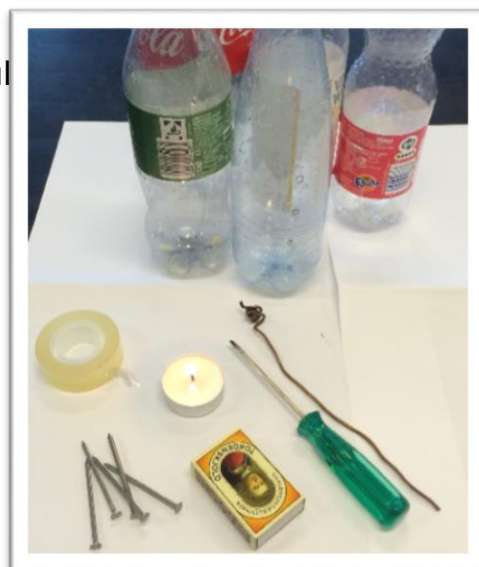
mens du holder fingeren foran hullet. Skrue proppen stramt på og stil flasken ved kanten af vasken. Hvad sker der? Prøv at skrue proppen løs, hvad sker der nu? Hvorfor?

- Lav nu 2 – 3 huller mere i regelmæssig afstand. Mål gerne med en lineal. Start lige over bunden og sæt det sidste hul 2/3 oppe på flasken. Hullerne skal være ca. 5 mm. i diameter og uden flossede kanter.
- Sæt tape for hullerne eller hold fingre foran. Fyld flasken med vand.
- Gæt på, hvordan strålerne fra hullerne ser ud.

➤ Konklusion:

Hvad er resultatet af jeres undersøgelse? Gættede I rigtigt? Tegn hvordan det ser ud:

Hvilken stråle har mest/mindst kinetisk energi? Hvorfor?

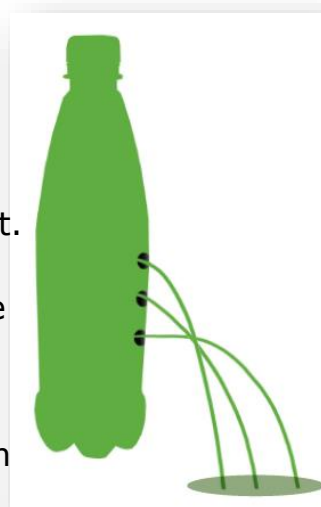


➤ Info og forklaring:

Vandet inde i flasken indeholder potentiel energi. Denne energi kan omsættes til kinetisk energi, så snart vandet kan løbe ud af hullerne.

Den hastighed som vandet skyder ud af hullerne med, er afhængig af trykket fra vandet over hullet. Dette tryk afhænger af mængden af vand over hullet og hullets størrelse. Jo mindre hul, jo større tryk. Jo mere vand tyngdekraften trækker ned mod hullet, jo større tryk.

Jo længere afstand, der er mellem vandoverfladen og hullet, jo mere fart har vandet på.



Links: www.fysikbasen.dk

Extra forsøg: Det frie fald

Prøv også at undersøge, hvad der sker med vandstrålerne, hvis flasken ikke står stille men falder.

Fyld flasken, hold fingrene for hullerne og smid flaksen opad. Eller stå på en stol/stige og lad flasken falde.



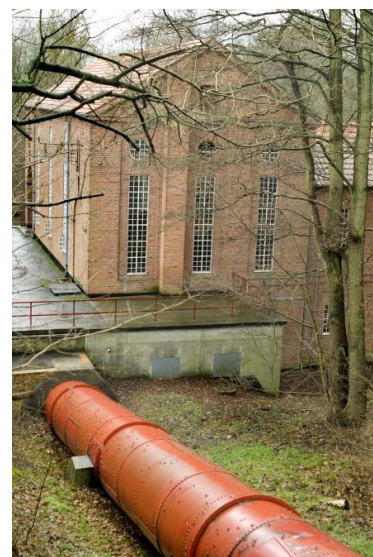
Kan I forklare, det I oplever?

Elevforsøg 5: Kasse 3 - Vandkraftværket – en model

Leg med kinetisk og potentiel energi

➤ Begreber:

I Danmark har man enkelte vandkraftværker. Tangeværket er landets største og ved Kolding ligger Harteværket. Begge har de haft stor betydning for forsyningen med elektricitet, da de blev bygget i 1920'erne. Harteværket kunne dengang forsyne hele Kolding by og opland med elektricitet. I dag dækker produktionen kun 1 % af Kolding bys elektricitetsbehov. Vandkraftværk fungerer vha. opstemmet vand. Vandet ledes via et rør fra vandreservoaret til vandturbinen, som er forbundet med generatoren. Vandets potentielle energi omsættes i flere led til elektrisk energi, som transformeres og "sendes" ud til forbrugerne. Her kan den elektriske energi omformes til mange mulige energiformer.

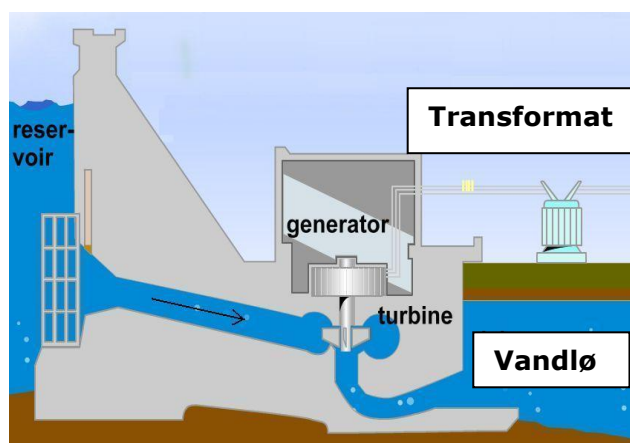


www.Harteværke

Prøv at gennemgå de forskellige trin i energiomsætningen!

➤ Formål:

Kan I lave en model af et vandkraftværk?



Simon Jeppesen,

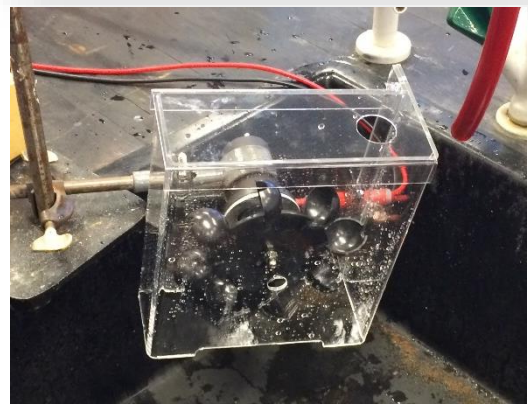
➤ Udstyr:

Peltonturbine, spand, dunk, tragt med slange, krokodillenæb, store og små ledninger, pære med fatning, dioder, el-motor, stativ.



➤ Sådan gør I:

- Find et område, hvor I kan arbejde med vand. F.eks. ved en vask.
- Undersøg peltonturbinens virkemåde ved at holde den under en vandhane. Sørg for at bruge det plastiklåg som skal modvirke vandstænk. Det er tyndt – **pas på** det ikke brækker!
- Brug stativet til at spænde turbinen fast, så I ikke skal holde den med hænderne.
- Tilslut en diode og se, om I kan få den til at lyse med den elektriske energi, som generatoren producerer. Husk, at dioder kun virker, når strømmen går den rigtige vej gennem dem.
- Når det virker kan I se, hvilke elektriske apparater, I kan få til at fungere. Evt. flere samtidig.
- Afprøv til sidst, om I vha. dunk/spand og tragt kan få turbinen/generatoren til at producere elektrisk energi nok til at få en diode – en pære – en motor til at fungere.



➤ Konklusion:

Hvad er resultatet af jeres undersøgelse? Lykkedes det? Hvad har I lært?



Tegn jeres opstilling:

➤ Info og forklaring:

Vandets potentielle energi kan beregnes ud fra:

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

Prøv om I kan beregne, den mængde energi, som vandet overførte til turbinen i jeres model. Dvs. mål højden og beregn vægten af vandet. Beregn her:

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

➤ Links:

Tangeværket er i dag et spændende museum: www.energimuseet.dk

Undervisning på Harteværket – Kolding:

<http://www.youtube.com/watch?v=Ey9TYvT7Wk4>

Elevforsøg 6: Kasse 3 - Løft bly ikke jern

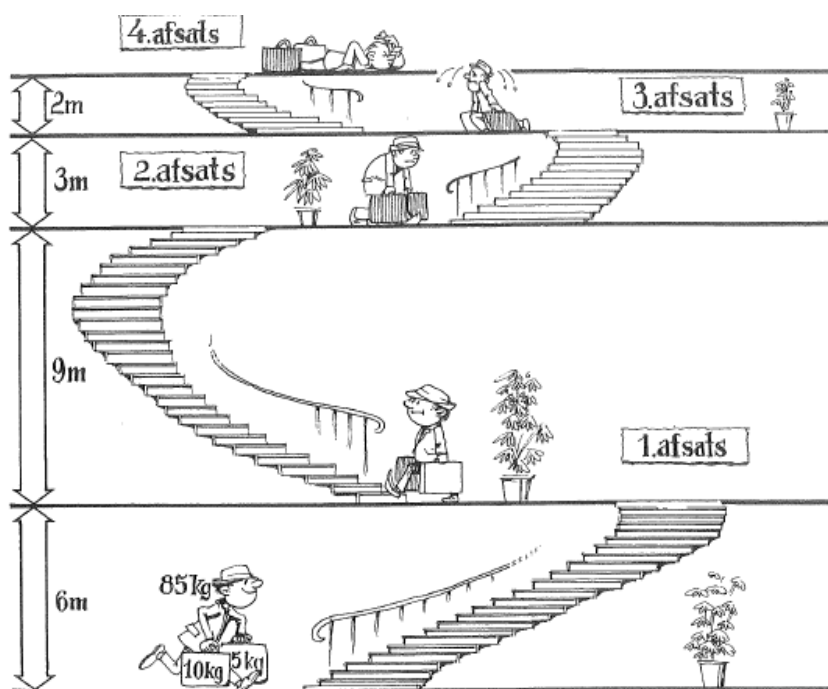
Spørgsmål:

Hvor bliver bevægelsesenergien af, når man taber noget på gulvet?

➤ Begreber:

I kender det, man er på ferie og slæber på 2 tunge tasker. Elevatoren er i stykker og tasken skal op på 4. etage. Musklerne arbejder. Der bliver brugt kemisk energi. Tasken får mere og mere potentiel energi, jo højere den kommer op. Lige når man har nået 4. etage, sker der et uheld.

Taskerne ryger ud over gelænderet og ryger nedad og rammer gulvet. Men hvor blev energien af?

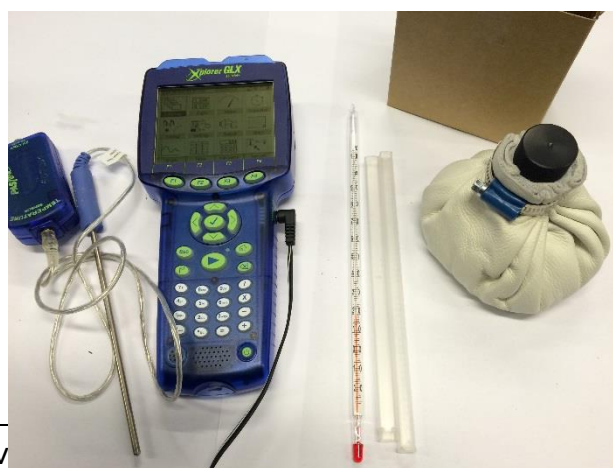


➤ Hypotese og formål:

Skriv, hvad I tror, der sker med taskernes potentielle energi:

➤ Udstyr:

Pose med blykugler, termometer eller datalogger med overflade temperatursensor.



Sådan gør I:

- Find et område, hvor I kan arbejde.
- Mål temperaturen i blysækken. Noter her: _____
- Løft blysækken op i ca. 1 meters højde. Tab den. Mål temperaturen. Noter: _____
- Beregn, hvor mange gange du skal løfte blysækken, hvis det skal svare til en taske, der vejer 5 gange så meget som blysækken og tasken blev tabt fra 6. sal altså ca. 15 meters højde.
- Antal gange: _____
- Gennemfør forsøget og mål temperaturen. Noter: _____



➤ Konklusion:

Hvad er resultatet af jeres undersøgelse?
Gættede I rigtigt?



Hvad er der sket med den potentielle energi?

➤ Info og forklaring:

Hvis taskerne vejer 10 kg og de befandt sig på 15 m, så kan vi beregne den oplagrede potentielle energi ud fra: $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h = 10 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 15 \text{ m} = 1.471,5 \text{ J} = 1,5 \text{ kJ}$$

Den potentielle energi som er oplagret i tasken omsættes uden faldet mere og mere til bevægelsesenergi (kinetisk energi). Lige inden tasken rammer gulvet er al den potentielle energi omdannet til kinetisk energi. Molekylerne optager energien i sig og de bevæger sig lidt hurtigere. Blykuglernes indre energi øges, temperatur stiger. Hvilket man kan registrere med termometeret.



Links: <https://www.youtube.com/watch?v=0erDf4hsLL4>

Elevforsøg 7: Kasse 4 - Minisolfanger og albedoeffekt

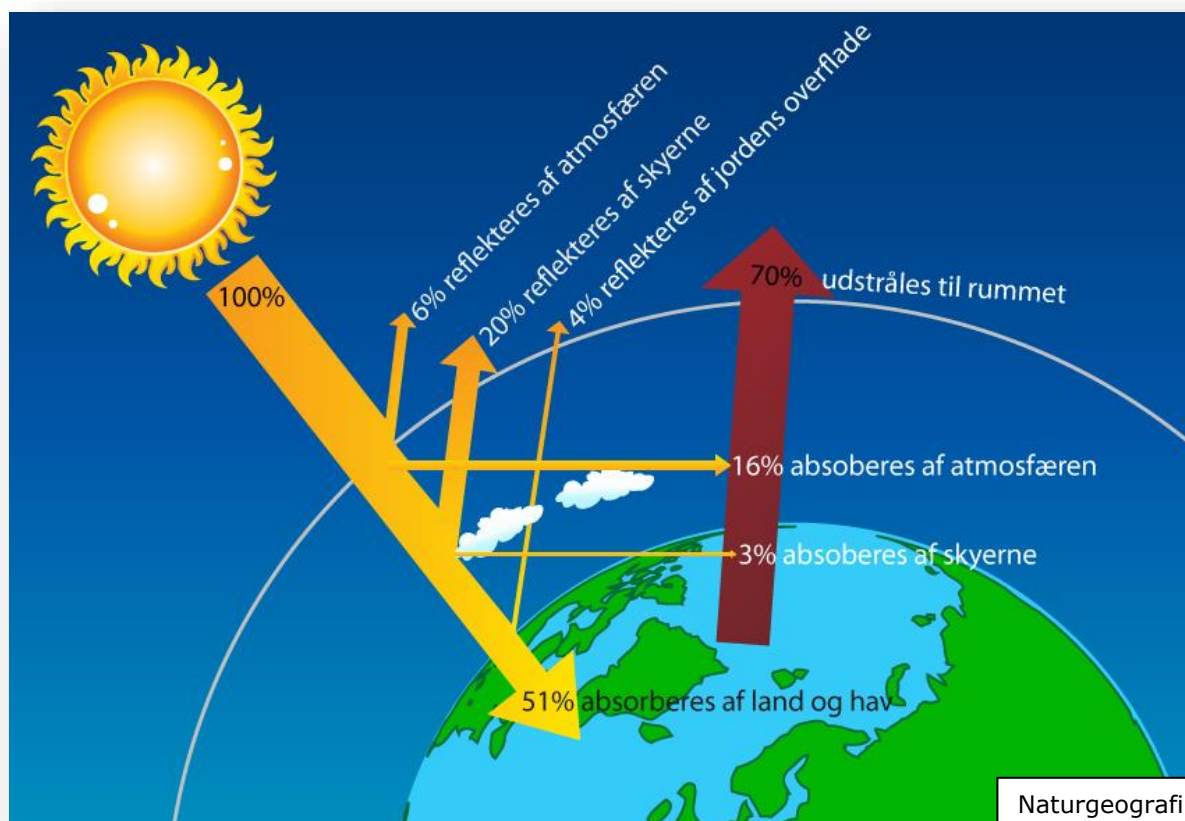
➤ Spørgsmål:

Hvorfor er solfangere sorte?

➤ Begreber:

Jorden modtager hver dag enorme mængder af strålingsenergi fra solen. En del af denne energi reflekteres til verdensrummet. En del optages i atmosfæren, så den opvarmes. Vejret drives af denne opvarmning. En meget stor del af strålingsenergien rammer

Miriam Dalgaard, Polfoto



jordens overflade. Det benytter man sig af i solceller og solfangere.

Hvor godt et solcelle- eller solfangeranlæg er til at optage strålingsenergien afhænger af flere faktorer: Antallet af solskinstimer, solfangerens retning og hældning i fht. solen og solens bane på himmelen spiller en stor rolle.

I det følgende vil vi undersøge en mini solfanger – et solkalorimeter. I kan undersøge, hvad farven (sort, hvid og sølv) samt retningen og hældningen betyder.

➤ Hypotese og formål:

Skriv, hvilken farve I tror, modtager den største mængde strålingsenergi:

➤ Udstyr:

3 færdiglavede solkalorimetre, termometer eller datalogger med temperatursensor, ur, lommeregner, evt. en arbejdslampe.

Er solkalorimetrene ikke færdige, så lav dem selv:

1. I skal bruge: 3 ens petriskåle i plast med hvid & sort plastmaling og alufolie.
2. Lav hul i skålene ved at varme et søm over en tændstik. Det varme søm kan smelte plastikken – undgå at indånde dampene. Lav det under udsugning. Lav hullet så termometeret kan komme let ind og ud af hullet.
3. Fyld herefter sand i skålen, så meget som muligt vha. tragt eller vejeskål. Undgå at spilde sand.
4. Tape hullet til og lav et hul i tapen så termometeret kan komme ind i midten af sandet. Nu er I klar.

➤ Forsøgsopstilling:



➤ Sådan gør I:

Vær opmærksom på: Termometerne kan let brække.

- Placer de tre solkalorimetre, det bedst mulige sted i solen. Stil dem i noget eller støttet op af noget, så de står skråt men ikke pludselig vælter.
- Overvej hvilken vinkel der er bedst.
- Hvis ikke de tre "solfangere" står ens, kan målingerne ikke sammenlignes!
- Mål temperaturen og noter den i skemaet herunder.
- Mål hvert 5. minut. Kan også ændres til hvert 2. el. 3. minut alt efter, hvor meget tid, I har.

	0 min.	Min	Min	Min	Min	Min	Stigning
SORT							
HVID							
BLANK							

- Indtegn målingerne i et koordinatsystem, hvor tiden er ud af 1. akse og temperaturen er ud af 2. akse. Tegn en graf for hver farve ved at forbinde punkterne.

➤ Konklusion:

Hvad er resultatet af jeres undersøgelse? Gættede I rigtigt?

Hvad viser jeres målinger og graferne i koordinatsystemet?

➤ Beregn solstrålernes intensitet:

1. Mål kalorimetrenes masse og noter det i skemaet herunder.
2. Beregn den modtagne varme-energi Q **$Q = m \cdot c \cdot (\text{temp.stigning})$**
Sand har varmekapaciteten $c = 0,84 \text{ J/g}^\circ\text{C}$
3. Beregn solindstrålningens effekt P **$P = Q : t$** (den tid der er gået målt i sekunder).
4. Mål kalorimetrenes diameter og beregn radius = ____ cm = ____ m

5. Beregn solstrålernes intensitet I

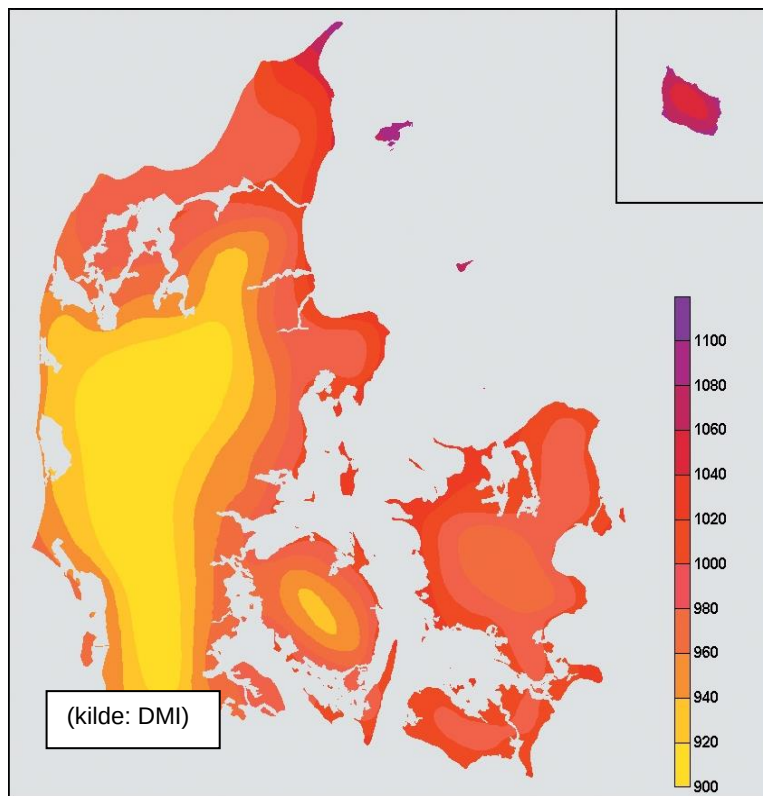
$$I = P : A \text{ (enhed W/ m}^2\text{)}$$

	1. Masse i gram	2. Den modtagne varme-energi Q i J.	3. Solindstrålingens effekt P i Joule pr. sekunder = Watt	4. Areal $A = \pi \cdot r^2$ i m^2	5. Solstrålernes intensitet I i watt pr. m^2
Sort					
Hvid					
Sølv					

Hvad er resultatet af jeres beregninger? Bekræfter det jeres gæt? Hvorfor tror I, det er sådan?

➤ Info og forklaring:

I Danmark har vi gennemsnitligt 1.740 solskinstimer (2001-2010) om året med solindstrålingen ca. 1.000 kWh/m² pr. år. Se illustrationen:

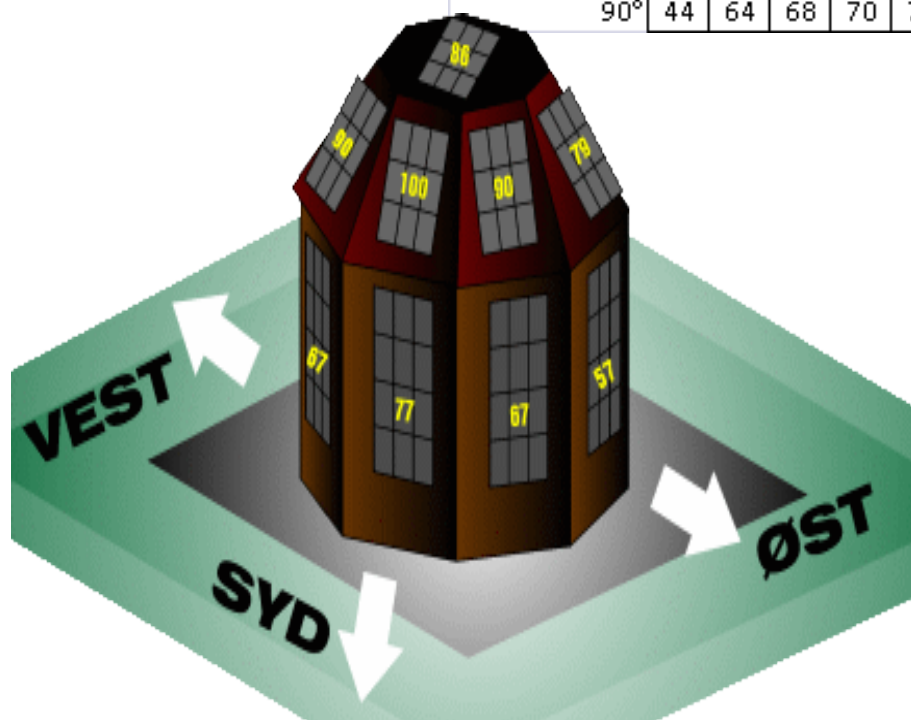


Da solindstrålingen og temperaturen er skiftende, kan et solcelleanlæg på 1kWp (ca. 7m²), under gode forhold, levere 900 - 1000 kWh pr. år.

En gennemsnitlig husstand i Danmark bruger ca. 3.500 kWh el om året, så hvis man skal producere sin egen el, skal man installere et ca. 4kWp solcelleanlæg.

Placeringen og hældningen har stor betydningen for effektiviteten af både solcelle- og solfangeranlæg som tegningen her viser

	Placering/retning af solpaneler										
	SYD	SYD VEST				SYD		SYD ØST			ØST
Hældning	90°	60°	45°	30°	15°	0°	15°	30°	45°	60°	90°
0°	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
5°	86	88	89	89	90	90	90	89	89	88	86
10°	86	89	91	92	93	93	93	92	91	89	86
15°	85	90	92	94	95	95	95	94	92	90	85
20°	84	91	93	95	97	97	97	95	93	91	84
25°	83	91	94	97	98	99	98	95	94	91	83
30°	81	91	94	98	99	100	99	97	94	91	81
35°	80	90	94	97	99	100	99	97	94	90	80
40°	78	89	94	97	99	100	99	97	94	89	78
45°	77	88	93	96	99	99	99	96	93	88	77
60°	70	83	88	93	94	94	94	92	88	83	70
70°	66	78	82	86	88	88	87	86	88	83	70
90°	44	64	68	70	72	72	72	70	68	64	44



Kilde:
Eusolceller.dk

Albedoeffekten – extra forsøg

Når man refererer til albedo-effekten, så drejer det sig om et objekts evne til at reflektere sollys. Albedo kommer fra latin og betyder hvid. Albedo-effekten måles ud fra en skala, der går fra 0, som angiver mørke til 1, som angiver lys.

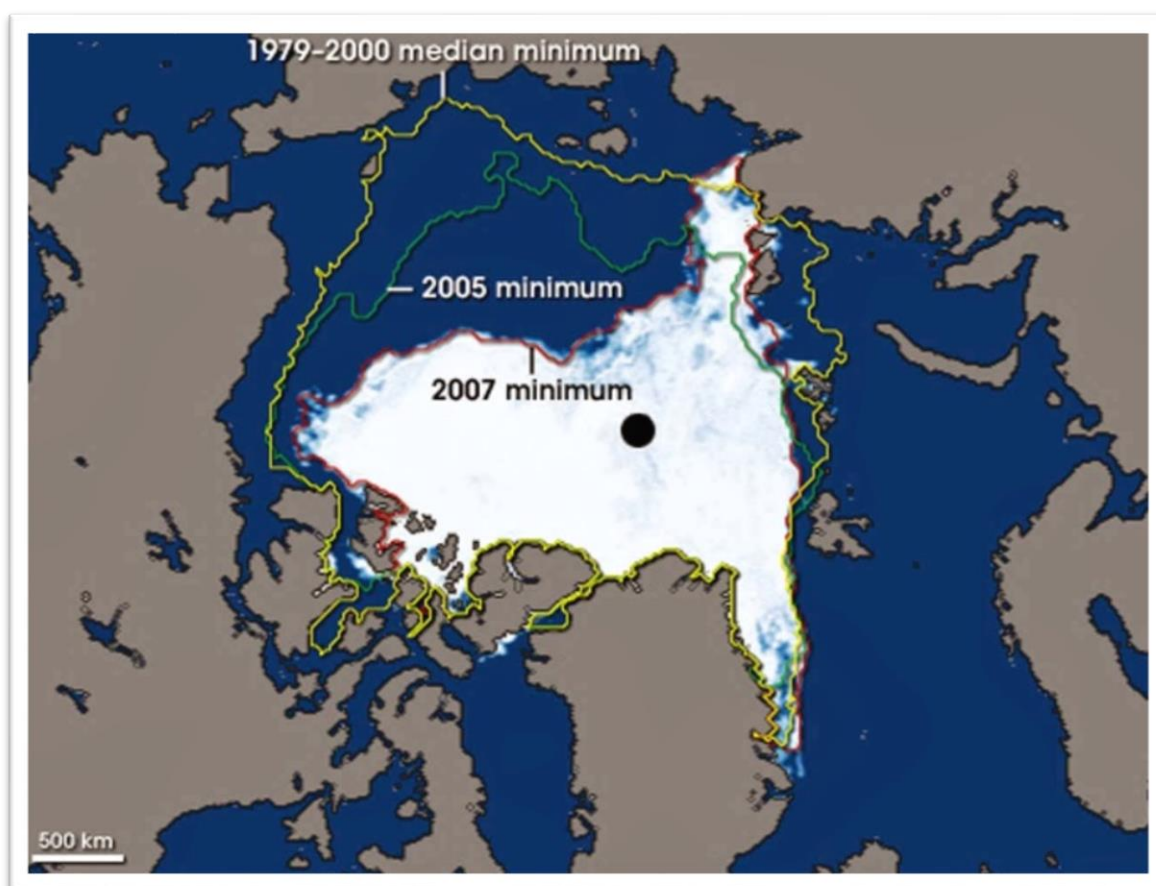
I klimasammenhæng er det ofte albedo-effekten for sne/is og sand, der refereres til. Sne har en meget høj albedo-effekt. Det reflekterer ca. 60 pct. Og har en effekt på 0,60. Sand har en effekt på ca. 0,2 – 0,4, dvs. sand reflekterer omkring 20-40 pct. af lyset.

Asfalt har en meget lav albedo-effekt på 0,04 dvs. kun ca. 4 pct. af lyset reflekteres. Derfor vil asfalt også suge meget varme til sig. Det kender du sikkert fra en varm sommerdag?

Jordens gennemsnitlige albedo-effekt er 0,3 dvs. på 30 pct.

Albedoeffekten har stor betydning for jordens klima. Billedet viser satellitoptagelser af isen i Arktis. Man kan se, hvordan isens omfang aftager med årene og havet under isen er blevet mere og mere synlig.

Havvand har en lav albedoværdi på ca. 0,1, dert er jo meget mindre end is på 0,6, Så afsmeltningen er med til at øge den globale opvarmnings hastighed.



➤ Forsøg

Du kan bruge de tre flasker til at undersøge albedoeffekten. Gør på samme måde, som med solkalorimetrene. Her opvarmes luften i flaskerne. Luk hullet i flaskerne omkring termometeret. Stil dem i en kasse i læ, så vinden ikke fjerner varmen.

Husk forholdene skal være ens, hvis du skal kunne sammenligne de 3 flasker.

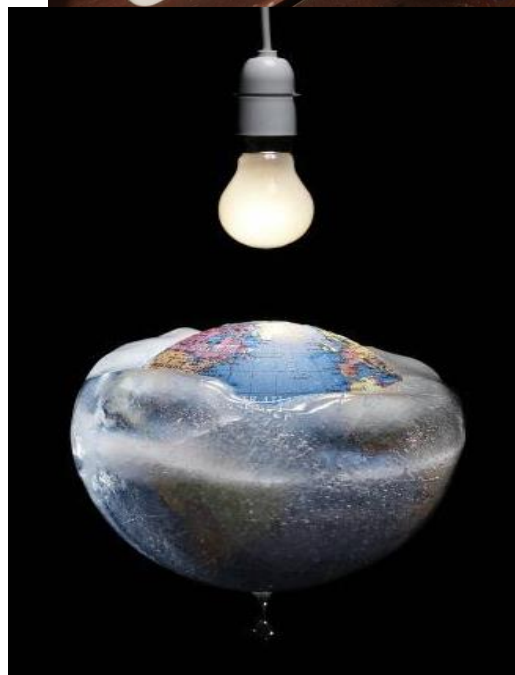
	0 min.	Min	Min	Min	Min	Min	Stigning
SORT							
HVID							
BLANK							

Skriv hvad din undersøgelse viser:

➤ Links:

<https://www.youtube.com/watch?v=fM05xhgsnuQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=fJ999LIWvJk>



Liam Norris, Polfoto

Elevforsøg 8: Kasse 5 - Koldt og varmt lys fra pærer

Undersøgelse af 3 pærer som bruges til belysning

➤ **Spørgsmål:** Er der forskel på, om man bruger en el-pære, en sparepære eller en led pære til belysning?

➤ **Begreber:**

For tiden bruger man 3 forskellige pærer til belysning: Glødepæren, sparepæren og LED-pæren. De udsender lys – strålingsenergi og varmeenergi, når de omsætter den elektriske energi.

➤ **Hypotese og formål:**

I undersøgelsen skal I finde ud af, hvilken pæretype omsætter den elektriske energi bedst til strålingsenergi. Lav en rækkefølge hvilken er mest energi-effektiv?

➤ **Udstyr:**

En almindelig el-pære (glødepære), en el-sparepære og en led-pære med ens lysstyrke, et stativ med klemme, en ledning med fatning, en forlængerledning, en papkasse, som er foret med alufolie, et termometer eller en datalogger med temperatursensor og et ur.



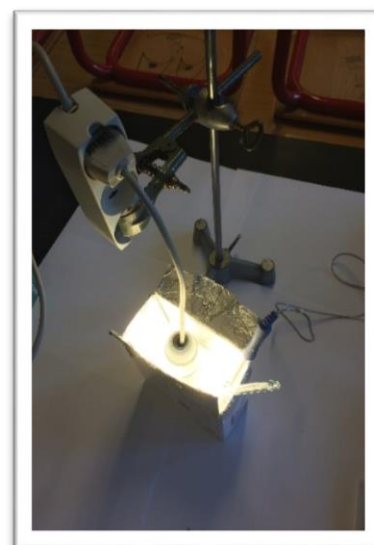
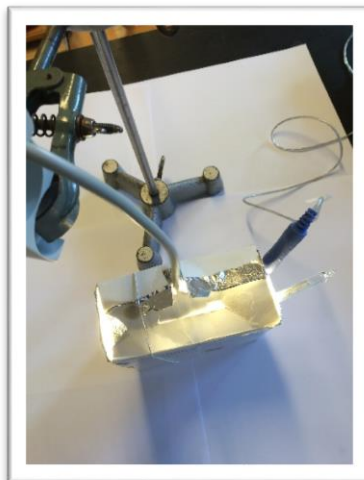
➤ Forsøgsopstilling:

➤ Sådan gør I:

Vær opmærksom på:

Glødepæren bliver varm.

- Skru først led-pæren i fatningen og hæng fatningen op i stativet i en passende højde, så papkassen kan lukkes om pæren med en elastik.
- Lav et lille hul til termometeret/sensoren, så kassen ikke skal åbnes, når I skal måle.
- Sæt termometeret/sensoren på plads og vent et minut. Notér starttemperaturen.
- Tænd for strømmen og start stopuret. Noter temperaturen løbende i skemaet herunder.
- Sluk strømmen, hvis kassen bliver for varm!
- Sluk strømmen efter højst 4 min. og tag pæren ud af papkassen. Pas på den kan være varm.
- Afkøl kassen, så starttemperaturen er nogenlunde ens.
- Gentag nu forsøget med spare-pæren og til sidst med glødepæren.



	0 min.	1 Min	2 Min	3 Min	4 Min	Temperatur -stigning
Led-pære						
Spare-pære						
Gløde-pære						

- Indtegn målingerne i et koordinatsystem, hvor tiden er ud af 1. akse og temperaturen er ud af 2. akse. Tegn en graf for hver pære ved at forbinde punkterne.

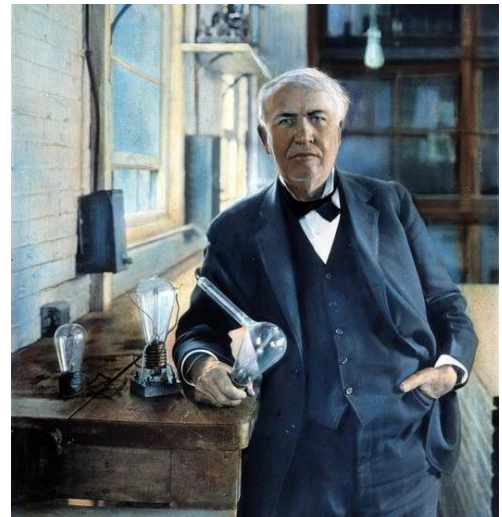
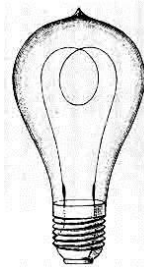
➤ Konklusion:

Hvad er resultatet af jeres undersøgelse? Gættede I rigtigt?

Hvad viser graferne i koordinatsystemet?

➤ Info og forklaring:

Glødelampen blev udviklet i sidste halvdel af 1800-tallet. Glødetråde er elektrisk ledende. En jerntråd leder strømmen og bliver rødglødende, men luftens oxygen vil oxidere jerntråden hurtigt og den brænder over. Thomas Edison og hans medarbejdere udviklede en pære af en glaskolbe, som var pumpet næsten lufttom. Heri kunne



Thomas Edison, The Granger

glødetråde af metal, kul og bambus lyse i lang tid, før de blev oxideret og brændte over. I nutidens glødepærer anvendes metallet wolfram, der først smelter ved 2500 °C. Glødetråden er indesluttet i en glaskolbe, der er pumpet delvis lufttom og fyldt med ædelgassen argon. Argon reagerer modsat oxygen ikke med metallet. Glødelampen fungerer som en elektrisk modstand og omdanner ca. 3 % af den elektriske energi til strålingsenergi - synligt lys. Resten omdannes til infrarød (IR) stråling - dvs. varmeenergi.

Den lave udnyttelse af energien er årsagen til, at glødepæren fra 1. september 2012 er blevet forbudt at importere til EU-lande. Al belysning skal ske med spare-pærer og led-pærer. Man regner med, at forbuddet vil betyde, at man i EU vil udlede 15 millioner ton mindre CO₂ på årsplan. Det svarer til 1,2 gange Danmarks årlige CO₂-udledning.

En sparepære er et lysstofrør i miniudgave. I starten lignede pærene små lysstofrør men i dag har de alle mulige former. I glasrøret er der kviksølvdampe. Når der

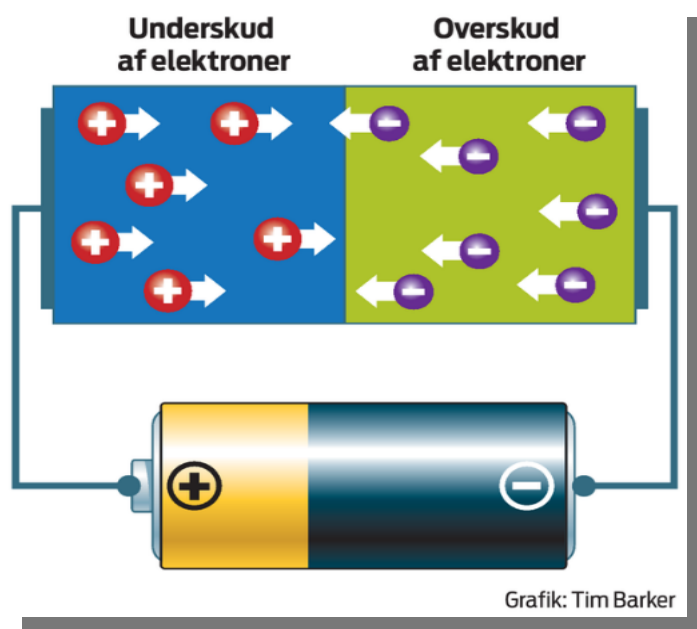
Kirkholt Photo, Polfoto



kommer elektricitet gennem glastrøret, bliver kviksølvet varmet op, og på den måde bliver der skabt ultraviolet stråling. Strålingen rammer et lyspulver, der sidder på indersiden af pæren, og på den måde bliver der dannet lys. Derfor tager det op til 30 sekunder, før sparepæren når sin optimale lysstyrke.

Led i ledpæren står for light emitting diode, hvilket fortæller, at den består af dioder, der udsender lys. I modsætning til en glødepære har dioden ikke en metaltråd, der lyser og kan brænde sammen. Dette betyder, at holdbarheden er længere. Samtidig udsender en diode meget mindre varme. Det gør den mere energieffektiv.

Grundlæggende virker led som en omvendt solcelle. I en solcelle sendes sollys ind på en solcelle, hvorved der dannes en strøm. I en led sendes strøm igennem en diode, hvorved der dannes lys. Både solcellen og dioden er halvledere. Halvlederen i dioden består af en plade, der er fremstillet sådan, at der er et overskud af elektroner på den ene side og et underskud af elektroner på den anden side. Når der sættes en spænding henover halvlederen, vil de overskydende elektroner bevæge sig fra materialet med et overskud af elektroner til materialet med underskud af elektroner og videre mod den positive pol. Lyset dannes ved, at elektronerne falder i energi, og den overskydende energi vil blive udsendt i form af lys.



www.mst.dk

➤ Links: <https://da.wikipedia.org/wiki/Gl%C3%B8delampe>

<http://videnskab.dk/kultur-samfund/sparepaeren-et-overgangsaenomen>

Elevforsøg 9: Kasse 5 - Termometer i flamingo

Eksperiment der viser sammenhængen mellem indre energi og temperatur

- **Spørgsmål:** Hvad sker der, når man gnider et termometer rundt i forskellige materialer som f.eks. vat, toiletpapir og flamingo?

- **Hypotese og formål:**

Undersøg, hvad der sker, når I drejer et termometer rundt i forskellige materialer. Skriv, hvad I tror der sker:

- **Udstyr:**

Termometer eller datalogger med temperatursensor, ur, diverse materialer som vat, toiletpapir, en klud, garn og flamingostykker.

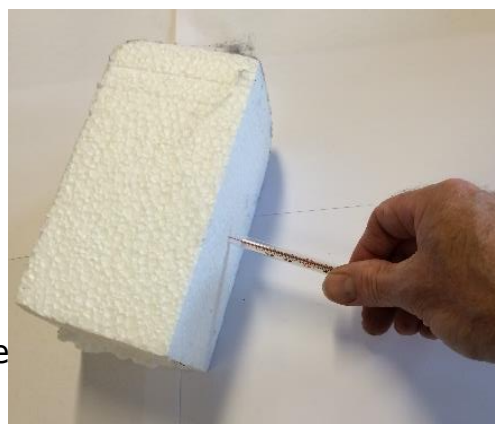


- **Forsøgsopstilling:**

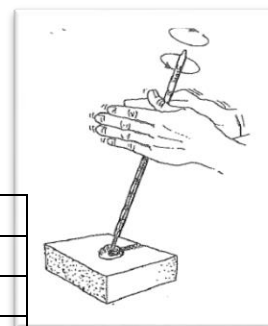
- **Sådan gør I:**

Vær opmærksom på: **Termometeret kan brække og blive varmt.**

- Start med at undersøge vat. Hold et stykke vat om spidsen af termometeret.
- Aflæs starttemperaturen, noter.
- Drej termometeret rundt i 1 minut. Aflæs temperaturen. Noter.



- Er temperaturen ikke steget. Så gå videre til næste materiale. Er temperaturen steget, så fortsæt undersøgelsen til der max. er brugt 4 min.
- Find selv materialer, I vil undersøge.



Materiale	0 min.	1 min	2 min	3 min	4 min
Vat					
Toiletpapir					
Garn					
Flamingo					

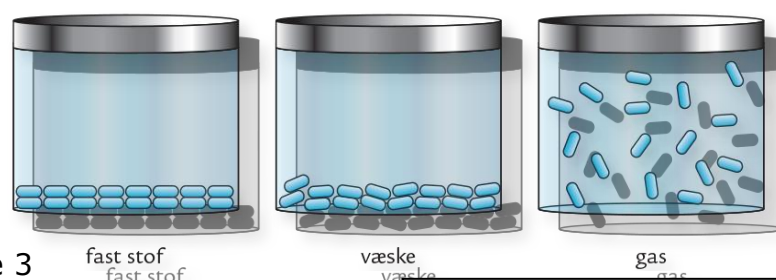
➤ Konklusion:

Hvad er resultatet af jeres undersøgelse? Gættede I rigtigt?

Kan I forklare, hvorfor temperaturen stiger ved nogle materialer og ikke ved andre?

➤ Info og forklaring:

Stof findes i 3 tilstande: Fast-, flydende- og luftform. Stoffets molekyler bevæger sig forskelligt i de 3 tilstande, som illustrationen her viser:



www.gymportalen.dk

I den faste tilstand ligger molekylerne på bunden, de har faste pladser og deres bevægelser er små. De sitrer mod hinanden. Sænkes temperaturen til det absolutte nulpunkt på $-273,13^{\circ}\text{C}$, så stopper bevægelserne helt.

I den flydende tilstand befinder molekylerne sig stadigvæk på bunden, men nu bevæger de sig så meget, at de puffer til hinanden og kan bytte plads. Enkelte molekyler kan ligefrem blive skubbet væk og uden et låg vil de forsvinde helt. Stoffet fordamper.

I luftform bevæger molekylerne sig meget. De skubber hele tiden hinanden væk og stort set ingen molekyler ligger på bunden. Uden låget ville de forsvinde ud af beholderen – fordampe.

I forsøget gnider termometeret hårdt mod flamingoen. Der er gnidningsmodstand. Der overføres derfor meget af den kinetiske energi til molekylerne i væsken i termometeret. De vil derfor øge deres bevægelse. Skubbe mere og mere til hinanden. Derfor fylder væsken mere og stiger opad i glasrøret. Temperaturen stiger. Da glasrøret er lukket kan molekylerne ikke skubbe hinanden væk – fordampe.

Laver I forsøget med sand eller et andet stof med mindre gnidningsmodstand, så kan I ikke overføre så meget energi til molekylerne i termometeret. Deres bevægelser øges ikke så meget. De fylder ikke ret meget mere og derfor stiger temperaturen ikke ret meget.

Buskmanden på fotografiet gnider 2 pinde fra samme slags træ mod hinanden og tænder ilt. I ved nu hvorfor det virker, hvis gnidningsmodstanden er stor nok. Kan I forklare det?



➤ Links:

Kilde: Polfoto

Se hvordan du kan tænde lid:

<https://www.youtube.com/watch?v=qJxpa9plCfs>

<https://www.youtube.com/watch?v=IuRsZghPFYQ>

Med en sodavandsdåse: <https://www.youtube.com/watch?v=yTdY-dOYvSA>

I kan undersøge molekylebevægelser og temperatur med en simulering fra dette link:

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/states-of-matter>



Elevforsøg 10: Find de varmeste hænder

➤ Spørgsmål:

Kan man bruge sine sanser – her følesansen – til at bedømme temperatur?

➤ Begreber og formål:

Vores sanser er uundværlige i vores erkendelse – perception af omgivelserne. De modtager fysisk kemiske oplysninger fra omgivelserne og sender dem videre til hjernen til forarbejdning. Sanserne indgår i alt, vi gør også i vores læreprocesser. Men de har deres begrænsninger. Der findes mange forsøg, hvor man snyder sanserne. Skal vi vurdere noget præcist, sætter vi tal på

De to foto til højre er taget i det samme rum med de samme to personer. Mærkeligt ikke. Det er et eksempel på optisk bedrag. Man snyder vores synsans. Kan du se hvordan?



➤ Formål:

Undersøg, hvor gode I er til at vurdere temperatur med jeres følesans.

➤ Udstyr:

Datalogger med overflade temperatursensor eller et IR termometer

➤ Sådan gør I:

- Gå sammen i nogle grupper.
- Mærk på hinandens hænder og vurder temperaturen uden at tale sammen.
- Hver person i gruppen noterer selv et gæt på et stykke papir med navne og temperaturer. Det skal være en rækkefølge med navne, hvor det første navn er den med de koldeste hænder osv.

- Herefter taler gruppen om deres forslag og laver en fælles rækkefølge.
- Mål nu temperaturen med datalogger med tempersatursensor eller Infrarødt termometer.

	Koldeste hænder				Varmeste hænder
Dit eget gæt					
Kammerats gæt					
Kammerats gæt					
Kammerats gæt					
Kammerats gæt					
Måling					

➤ Konklusion:

Hvad er resultatet af jeres undersøgelse? Gættede I rigtigt?

➤ Links:

Hylende skægt: En tv-vært bliver snydt af sine sanser:

<https://www.youtube.com/watch?v=8k0ECC1pL88>



Elevforsøg 11: Kasse 5 - Energi i damp og kogende vand

Spørgsmål:

Hvorfor bruger man damp i fremstillingen af elektricitet på et kraftværk?

➤ Begreber:

Kraftværket ved Åbenrå - Enstedværket fremstiller elektricitet ved afbrænding af både kul og halm. Den frigjorte kemiske energi optages af vand, der skifter tilstand til vanddamp. Vanddampen ledes under stort tryk mod en dampturbine, der løber hurtigt rundt og er forbundet til en generator, som også løber hurtigt rundt. Indeni generatoren omsættes den kinetiske energi til elektrisk energi. Senere ændres den elektriske strøm inden forbrugerne bruger den elektriske energi i deres mange elektriske apparater.



Henning Joe Jensen, Polfoto

➤ Hypotese og formål:

Man skal undgå at blive skoldet med kogende varmt vand. Det er farligt. Men er det mere farligt end varm damp? I skal undersøge om der er mest energi i kogende varmt vand eller varm damp.

Hvad er jeres gæt?



➤ Udstyr:

Stativ, stativklemme med klo, bunsenbrænder, trefod med keramisk net, kolbe, 2 x gummiprop med 1 hul, lille vinkelbøjet glasrør, slange, lige glasrør, 2 bægerglas 250 ml., termometer, pipette.

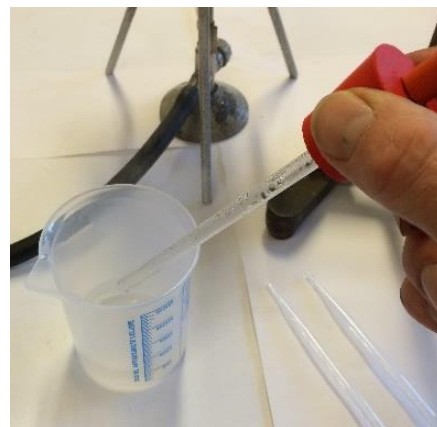
➤ Forsøgsopstilling:



➤ Sådan gør I:

Vær opmærksom: Pas på varme genstande. Pas på ved samling af prop/glasrør, brug vand eller olie.

- Fyld kolben med ca. 150 ml. vand.
- Sæt kolben fast i stativet, stil trefoden med det keramiske net under kolben. Stil bunsenbrænderen på plads. Begynd opvarmningen.
- Fyld 100 ml. vand i det ene bægerglas.
- Mål temperaturen og noter.
- Del vandet i de 2 bægerglas. Præcist 50 ml. i begge. Brug pipetten
- Når vandet koger, sluk bunsenbrænderen.
- Tag kolben ud af stativet. Brug stativklemmen. Hæld 25 ml. kogende vand i det ene bægerglas. Rør rundt med termometeret og mål temperaturen. Noter.
- Sæt stativklemme og kolbe på plads igen.
- Sæt propperne sammen med glasrør og slange. Se foto.
- Tænd bunsenbrænderen igen. Når vandet småkoger sættes proppen i kolben.
- Hold på den anden prop, hold det lige glasrør ned i det andet bægerglas.
- Led damp fra kolben ned i vandet. Forsigtigt. Hold fat på proppen. Det er varmt. Det kan lyde voldsomt, men er ok. Se foto.
- Tilsat damp til vandet er steget til $50 + 25 = 75$ ml. Løft glasrøret for at vurdere.
- Når det passer, så sluk for bunsenbrænderen og tag proppen op af bægerglasset. Pas på den varme damp!
- Rør rundt med termometeret og mål temperaturen. Noter.
-



Glas 1: Temperatur før: ____ Temperatur efter: ____ Temp. Forskel: ____

Glas 2: Temperatur før: ____ Temperatur efter: ____ Temp. Forskal: ____

➤ Konklusion:

Ved at måle temperaturstigningen kan I sammenligne. Hvad er resultatet af jeres undersøgelse? Gættede I rigtigt?

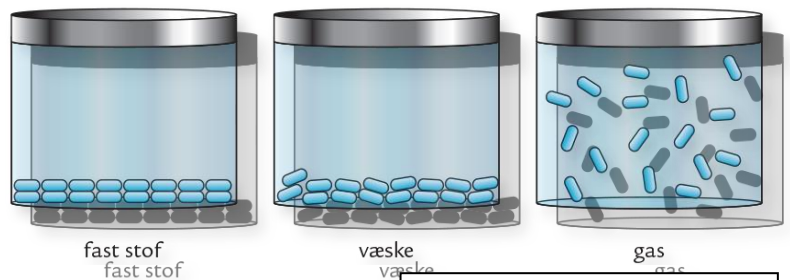
Har I en forklaring?

➤ Info og forklaring:

Stof findes i 3 tilstande: Fast-, flydende- og luftform. Stoffets molekyler indeholder forskellig meget indre energi og derfor bevæger molekylerne sig forskelligt i de 3 tilstande, som

illustrationen her viser. I fast tilstand sidder molekylerne mod hinanden. I flydende tilstand puffer de til hinanden

og kan bytte plads. I den luftformige tilstand, skubber de så meget til hinanden, at de flyver væk fra sammenstødet og rammer dåsens sider. Det medfører en relativ høj temperatur og et tryk. Tilfører man yderligere energi til vanddampen, øges molekylernes kinetiske energi, de får mere fart på og temperaturen og trykket stiger. Måske så meget at beholderen går i stykker.

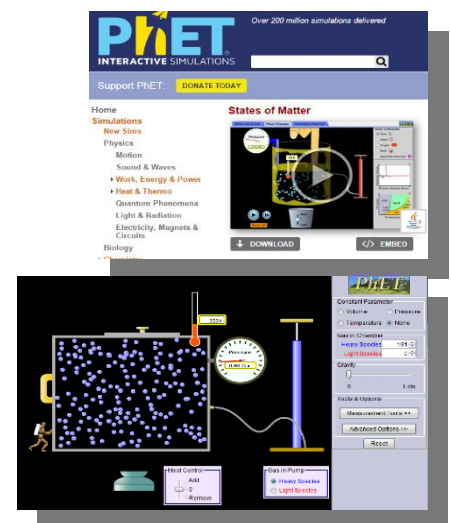
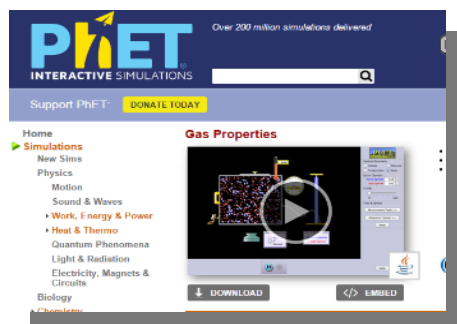


www.gymportalen.dk

I kan undersøge molekylebevægelser, temperatur, tryk og rumfang ved at downloade en simulering fra disse links:

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/states-of-matter>

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/gas-properties>





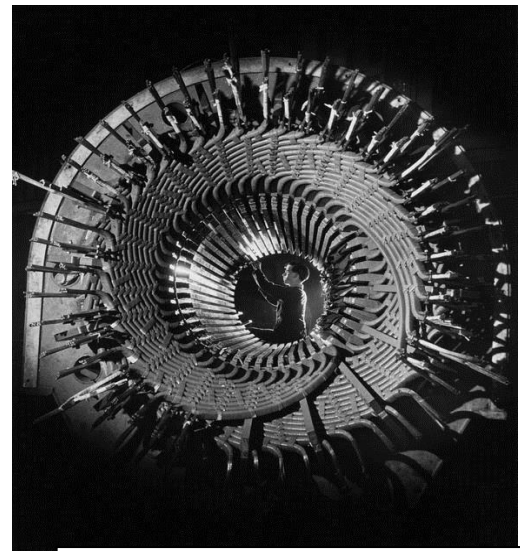
James Watt "opfinder" dampmaskinen, The Granger Collection, Polfoto

Damp indeholder mere indre energi – eller kinetisk energi på molekylær niveau. Det har man brugt lige siden man i 1700-tallet opfandt dampmaskinen til at kunne trække andre maskiner. Det forandrede bl.a. den måde man producerede ting på og lod sig transportere rundt.

Dampturbinen har siden ført til udviklingen af gasturbinen og den moderne jetmotor.

➤ Links:

- <https://www.youtube.com/watch?v=Bvg7Wr4stEE>
- <https://www.youtube.com/watch?v=NsfvfGpxLus>
- <https://www.youtube.com/watch?v=pQ9IxNkfdV0>
- <https://www.youtube.com/watch?v=577qW-b42JA>
- <https://da.wikipedia.org/wiki/Dampmaskine>



SSPL WALTER NURNBERG polfoto

Elevforsøg 12: Kasse 6 - Lav en elektromotor

Eksperiment om fremstilling af en motor vha. elektromagnetisme

➤ **Spørgsmål:** Hvordan fungerer en elektromotor?

➤ **Begreber:**

En elektro- eller el-motor fungerer vha. elektromagnetisme.

Tegningen her viser princippet. Man sender strøm ind i rotoren midt i elektromotoren. Der bliver lavet et magnetfelt i ledningen og jernet i rotoren bliver også magnetisk, som billedet viser. Statoren, der sidder fast er magnetisk og skubber derfor rotoren væk. Lige inden den har drejet en halv omgang, skifter strømretningen i rotoren. Så skifter magnetiseringen af rotoren også; polerne skifter lige når rotoren har drejet en smule mere end den halve omgang. Det bevirker, at statoren skubber rotoren væk igen. Og sådan fortsætter strømmen med at skifte retning, magnetismen skifter og statoren skubber hele tiden rotoren væk. Elektromotoren fungerer altså vha. at skiftende strømretning og magnetisk frastødning (tiltrækning). For at forstå princippet kan I se en video på link:

<https://www.youtube.com/watch?v=LAtPHANefQo> og

<https://www.youtube.com/watch?v=HWrNzUCjbkk>

➤ **Formål:**

I skal prøve at lave en model motor vha. et batteri og en magnet. Så i omdanner elektrisk energi til kinetisk energi – bevægelsesenergi.

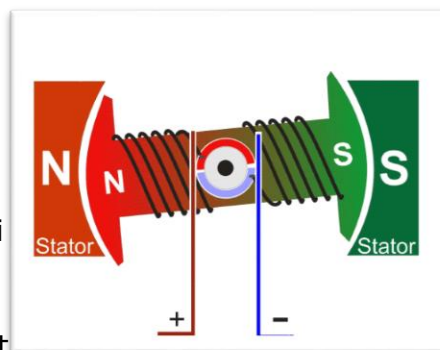
1. Byg en mini el-motor – let model

➤ **Udstyr:**

- 1 stærk neodymium magnet
- 1 skrue af stål
- 1 stykke ledning ca. 10 cm - afisoleret i enderne
- 1,5 V batteri

➤ **Sådan gør I:**

- **Vær opmærksom på, at der kan komme gnister og at batteriet/ledningerne kan blive varme.**

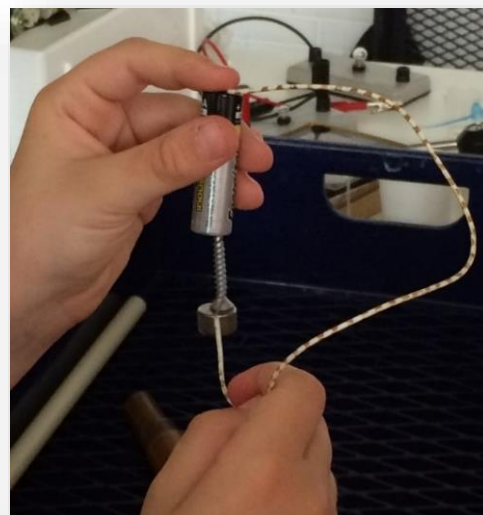


- Prøv uden mere hjælp at samle de 4 stumper til en motor. Løsningen kan du se på næste side.

Løsningen ses her på dette fotografi.

Det er skruen, der skal dreje rundt. Sæt magneten fast på skruen. Skruen på batteriet. Forbind – lav kredsløbet vha. ledningen. Hold ledningen frit, øv dig lidt, så kommer der fart på skruen.

H.C. Ørsteds beskrivelse af elektromagnetismen kan give os forklaringen: Når man sender strøm gennem en ledning dannes der et magnetfelt. Det elektriske felt i ledningen og det magnetiske felt påvirker hinanden med en kraft. Kraften går vinkelret på strømmens retning. Da skruen er en del af ledningen, vil den blive påvirket af en kraft, der skubber den ud til siden. Derved vil den dreje. Samtidig er skruen gjort magnetisk af neodymbium-magneten. Dette magnetfelt vil enten modvirke eller forstærke strømmens magnetiske påvirkning. Lykkes det at få felterne til at samarbejde, vil skruen begynde en roterende bevægelse.



2. Byg en lidt sværere mini motor

➤ Udstyr:

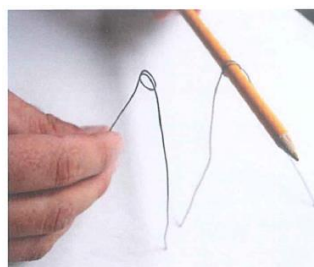
2 x ca. 20 cm isoleret kobberledning, 2 x brede elastikker, 1 plastkrus, miniledninger med krokodillenæb, lakeret kobbertråd, finkornet sandpapir, 1 x 1,5 V batteri, magneter, bidetang, afisoleringstang, isoleret kobbertråd eller lakeret kobberledning



neodymbium

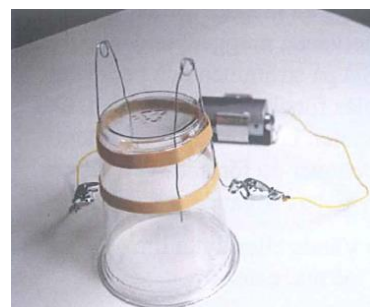
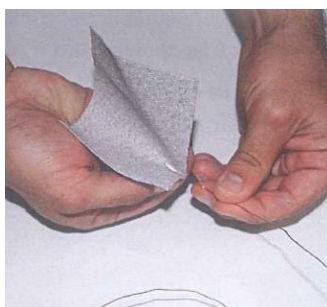
➤ Sådan gør I:

1. Byg en holder til din el-motor. Holderen består af de 2 stykker isoleret kobbertråd. Brug en blyant til at lave



løkker midt på ledningerne. Fjern isoleringen vha. flammen fra en tændstik og slib efter med sandpapir.

2. Monter de to løkker på plastkruset med de 2



elastikker. Fastgør ledninger med krokodillenæb på støtterne. Lav kredsløb med batteriet, som monteres i den blå holder.

3. Lav en spole af den lakerede kobbertråd. Fjern lakken/isoleringen på samme måde som før. Vær omhyggelig med slibningen! Lav spolen ved at sno kobbertråden rundt om den sorte plaststykke. Gem ca. 8 cm i hver ende.



4. Når spolen er viklet skal viklingerne bindes sammen af de løse ender. Det er vigtigt, at det sker symmetrisk på midten og at enderne stikker lige ud ellers har motoren ikke balance og vil nok ikke fungere.

5. Placer spolen i holderen. Undersøg om den kan rotere frit. Juster løkkerne indtil den kan.



6. Slut kredsløbet og pust motoren forsigtigt i gang.

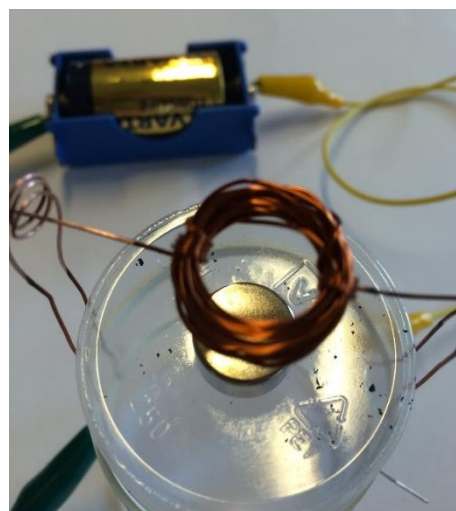
7. Hvis motoren ikke vil køre kan I: Flytte lidt på magneten, kontrollere at kobbertråden er afisoleret, justere på spolen, justere løkkerne, så de ligger i samme højde.

➤ Links: Se flere mini motorer på nettet:

<https://www.youtube.com/watch?v=CoXboA8Ax7Q>

<https://www.youtube.com/watch?v=yUToL9WAK8I>

<https://www.youtube.com/watch?v=FRkj53QTCYE>



Elevforsøg 13: Kasse 6 - Lav en håndgenerator

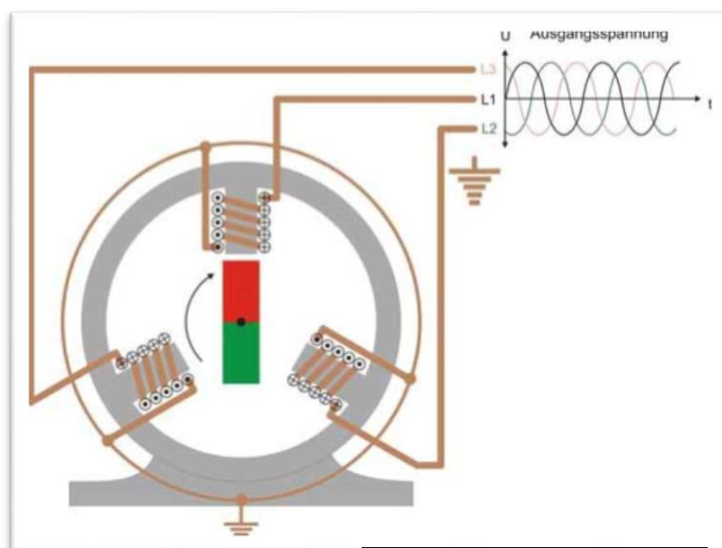
Eksperiment om fremstilling af elektrisk energi vha. kinetisk energi

➤ **Spørgsmål:** Hvordan fungerer en generator?

➤ **Begreber:**

En generator fungerer vha. induktion.

Tegningen her viser princippet. Man bevæger en magnet i nærheden af en ledning. Når man ændrer magnetfeltet, så induceres en spændingsforskel i ledningerne og dermed en strøm i ledningen.



Andrew Milligan, Polfoto

På tegningen har man viklet ledningen op til spoler. For hver gang ledningen vikles øges spændingen tilsvarende.

Den strøm som frembringes er vekselstrøm, hvilket ses øverst i billedet, hvor man ser de 3 vekselstrømskurver. Der anvendes vekselstrømsgenerators i vindmøller og kraftværker, uanset om det er vand-, kul- eller atomkraftværket.

Formål:

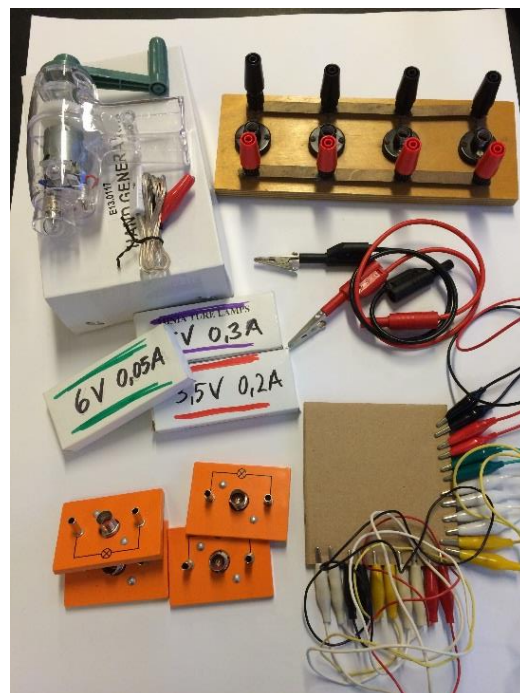
I skal prøve at lave elektrisk energi vha. bevægelsesenergi. Først skal I afprøve 2 fabriksfremstillede håndgeneratorer og så kan I lave jeres egen håndgenerator.

1. Købte håndgeneratorer

➤ **Udstyr:**

Håndgenerator, forskellige fatninger, forskellige pærer dvs. med forskellige værdier for spænding og strømstyrke – bemærk farverne, ledninger med krokodillenæb.

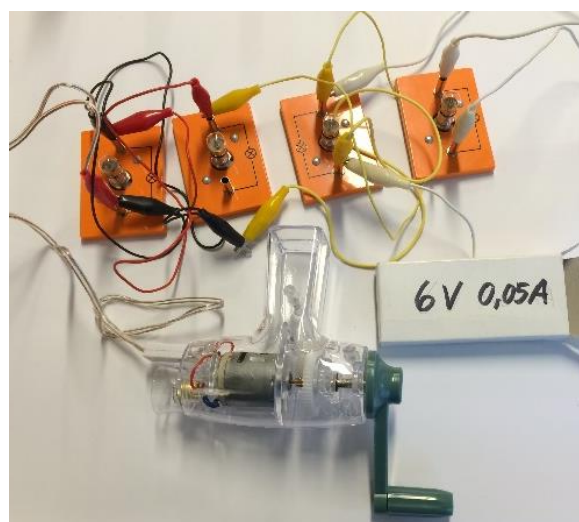
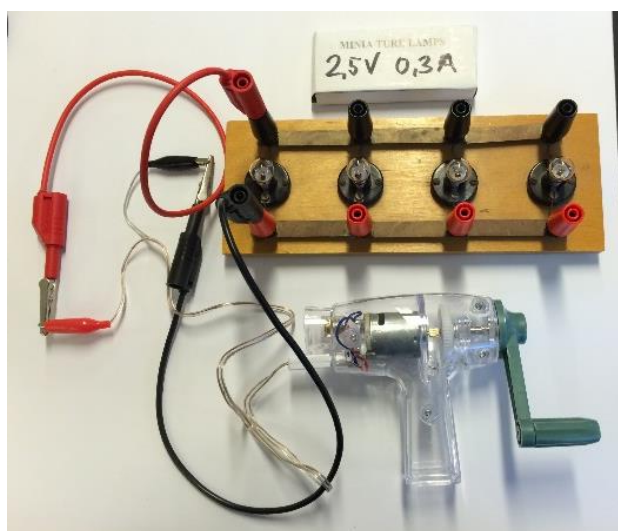
➤ **Sådan gør I:**



Start med at undersøge håndgeneratorens indbyggede pære. Prøv generatoren og se, hvad der sker, når I skruer pæren løs, mens I drejer håndtaget. Prøv også at skifte pæren ud med en der har stor og lille strømstyrke. **Pas på ikke at ødelægge pærene og generatoren! Det kan I nemlig let gøre!**



Prøv nu at bruge den ledning, som følger med håndgeneratoren til at lave et kredsløb med håndgeneratoren. Sæt max. 4 pærer i parallel-forbindelse. Se foto. Afpas pæernes strømstyrke med håndgeneratorens evne til at levere strøm. Find en løsning, hvor generatoren kan klare det.



Prøv nu at holde gang i generatoren mens I løsner pærene, hvad sker der med generatoren? Kan I forklare hvorfor?

Forstil jer, at der er landskamp i fodbold. Rigtig mange ser kampen på tv. Når der er pause, skal mange bruge elektricitet til belysning, lave kaffe, popcorn mm. Hvad sker der med generatoren samtidig?

Prøv nu den anden håndgenerator.

Den kan måske levere en større strømstyrke. **Den er dyr – pas godt på den!**



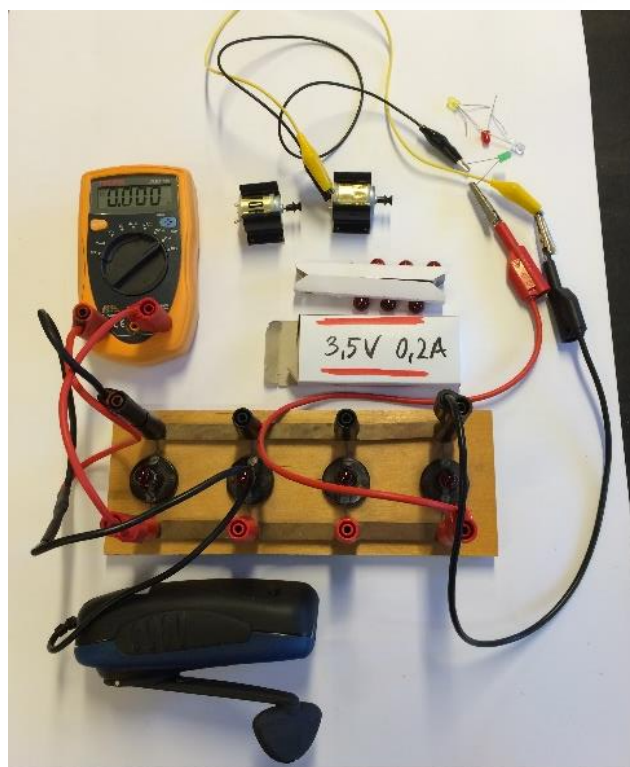
Prøv igen at lave et kredsløb som på fotoet.

Mål strømstyrken, som generatoren skal lave, når I

sætter flere pærer i serie. Noter i skemaet.

Antal pærer	1	2	3	4
Strømstyrken i A				

Prøv til sidst at tilslutte flere elektriske apparater som motor og lysdioder.



2. Byg en håndgeneratorer

➤ Udstyr:

Ca. 10 – 20 m lakeret kobbertråd (0,25 mm diameter). 2 neodymium magneter. Lille stærk kasse/tændstikæske. Et søm af passende længde. En diodepære.

➤ Sådan gør I:

Vikl ledningen så mange gange som muligt rundt om kassen/æskan. Gør det pænt, så ledningerne ligger godt og stramt. Sæt evt. tape på, for at holde på ledningen.

Afisoler enderne med flammen fra en tændstik. Slib efter med sandpapir.

Stik et søm gennem æskan i midten, pænt centreret. Tjek at sømmet kan dreje gnidningsfrit og ordentligt.

Klip den ene ende af kassen/æskan, så I kan se ind i den.

Sæt en magnet evt. 2 på sømmet, så de sidder centralt omkring sømmet og det hele drejer godt.

Test om generatoren virker ved at slutte multimeteret til og indtil den til at måle spændingsforskellen (V). Husk du laver vekselstrøm. Hvor mange volt kan du inducere?

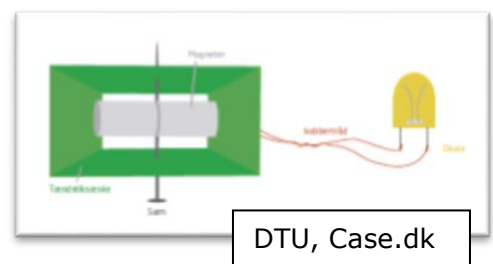
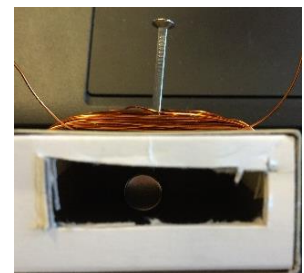
Prøv at slutte en diodepære til din hjemmelavede generator. Vær obs. på strømretningen.

Hvis I har en elektrisk skruemaskine, så kan I prøve at lade den dreje sømmet rundt. Men pas på magneterne ikke flyver af.

➤ Forklaring:

Minigeneratorens strøm kan øges ved at:

- Bruge en stærkere magnet
- Have magneten så tæt på spolen som muligt
- Ved at bruge flere vindinger
- Ved at rotere magneten hurtigere



DTU, Case.dk

Elevforsøg 14: Kasse 6 - Model af kernekræfter

Undersøgelse af de kræfter som virker i atomkerner

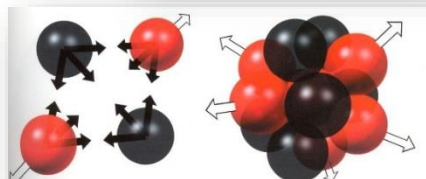
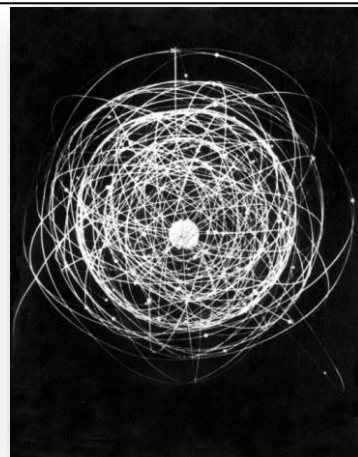
- **Spørgsmål:** Hvordan laver man modeller om kernekræfter – og kerneenergi?

- **Begreber:**

Atomerne består af elementarpartikler. Positivt ladede protoner og neutralt ladede neutroner i kernen samt negativt ladede elektroner i baner rundt om kernen. Mellem disse partikler findes der forskellige kræfter. I kernen er der ml. protoner og neutroner massetiltrækningskræfter. Mellem protonerne er der elektriske frastødningskræfter, fordi positivt ladede partikler frastøder hinanden. Det samme gælder udenfor kernen, her frastøder elektronerne hinanden. Endelig er der mellem de positivt ladede protoner og de negativt ladede elektroner tiltrækningskræfter, fordi forskelligt ladede partikler tiltrækker hinanden.

Da atomernes partikler bliver sammen, kan man regne ud at de stærkeste kræfter er massetiltrækningskræfterne i kernen. De binder atomets partikler sammen. På en måde er der lagret potentiel energi i hvert atom.

Uranatom, The Granger Collection, Polfoto



- **Formål:**

I naturfagene skal man lære at arbejde med modeller af virkeligheden, da det ikke er alle naturvidenskabelige fænomener vi kan undersøge. Kernekræfter er sådan et område, hvor vi nødvendigvis må arbejde med modeller. I det følgende skal I lave en model af de kræfter, som virker i atomkerner.

Grundstofferne findes i forskellige udgaver. F.eks. findes grundstof nr. 3 - litium i 5 udgaver eller varianter. Man kalder dem for lithiums isotoper. De har alle 3 protoner, da antallet af protoner afgør grundstoffet. Men de har forskellig antal neutroner, nemlig 3, 4, 5, 6 og 8. Man skriver dem sådan:



➤ Udstyr:

Kasse med magnet- og jernskiver.



➤ Sådan gør I:

Vær opmærksom på:

- I det følgende skal I bygge nogle modeller af isotoper og på den måde få viden om, hvilke kræfter der virker mellem kernepartikler. Modellen illustrerer neutronernes stabiliserende virkning på atomkerner. De røde skiver er magnetiske og forestiller protoner i modellen. De blå er jernskiver (de er magnetiske) og forestiller neutroner.

1. Prøv at holde 3 "protoner" mod hinanden. Det kan ikke lade sig gøre uden, at I lægger nogen "neutroner" mellem dem. Men det kan man gøre på flere måder. Prøv et par forskellige måder.

I et rigtigt atom er det massetiltrækningskræfter mellem neutroner og protoner, som holder sammen på atomkerner; mens det er de elektriske frastødningskræfter ml. protonerne, som spalter atomkerner.

2. Byggeregler. Atomkernemodellerne skal bygges, så der ikke kommer unødvendige mellemrum mellem partiklerne. Desuden skal hver kernepartikel være i berøring med mindst 2 andre. Endelig må ingen neutron berøre flere neutroner end protoner.



3. Kan I bygge de 5 isotoper af litium?

6 Li 3	7 Li 3	8 Li 3	9 Li 3	11 Li 3

4. Beryllium, grundstof nr. 4, findes som 7 isotoper. Byg dem, tegn dem og skriv dem på den rigtige måde:

	${}^9_4\text{Be}$ 

Byg isotoper af grundstof nr. 5. Bor. Byg de 2 isotoper, som har færrest og flest neutroner (følg reglerne). Tegn dem og skriv dem med rigtig skrivemåde.

--	--

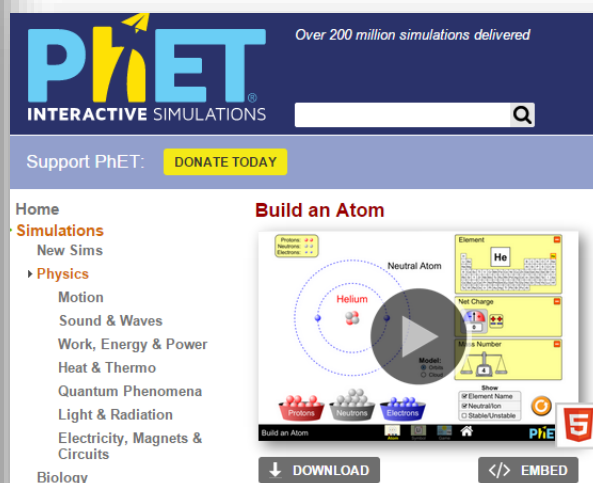
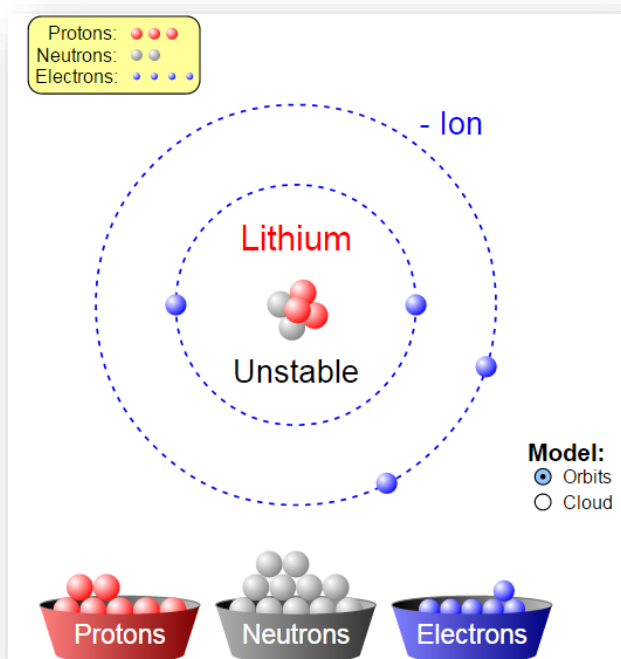
➤ Konklusion:

Hvad har I lært af at lave modellerne?

➤ Forklaring og links:

Ved at bruge dette link, kan I downloade en simulering, hvor I kan arbejde med at lave stabile og ustabile atomkerner:

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/build-an-atom>



Elevforsøg 15: Kasse 7 - Virkningsgrad – apparater

Når vi bruger apparater, så oplever og vurderer vi forskellige kvaliteter. Det kunne være: Er det godt at bruge, er det pænt, hvor dyrt er det og hvor holdbart er det?. I det følgende ser vi kun på, hvor effektive apparaterne omsætter elektrisk- og kemiskenergi til varme i vand.

➤ **Spørgsmål:** Er alle apparater lige effektive til at varme vand?

➤ **Begreber:** En ret stor del af den energi, vi bruger i hjemmet, går til opvarmning af vand. Det kan være varmt vand i radiatoren/gulvvarmen eller det varme brugsvand til f.eks. madlavning. For at varme 1 g vand 1 grad skal man bruge 1 kalorie. 1 kalorie er lig 4,186 J altså ca. 4,2 J. Vil man varme 1 l vand dvs. 1 kg. eller 1000 g., så er det 1000 gange så meget energi, man skal bruge. Altså 4200 J eller 4,2 kJ energi.

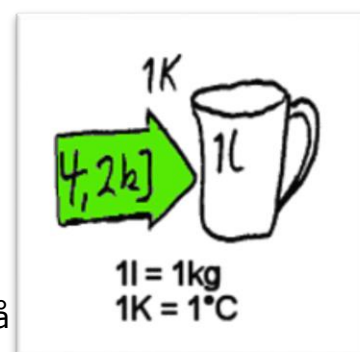
Det lyder jo af meget, men ser vi på den energi, piger og drenge skal have hver dag gennem deres kost, så er det ikke ret meget.

Undersøgelsen går ud på, at måle vandets temperatur før opvarmning og efter opvarmning.

Temperaturtilvæksten skal bruges til beregning af den energi, som apparatet har afleveret til vandet. Vi

kalder den for E_{nyttig} , da den jo er nyttig for os. Den kan beregnes sådan:

$$E_{\text{nyttig}} = c \cdot m \cdot (T_{\text{slut}} - T_{\text{start}}) \text{ hvor } c = 4,2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{grad}.$$



Piger/Drenge	Vægt (kg)	Energibehov (Kj)
6 år	21,1 / 21,4	6.120 / 6.520
7 år	23,7 / 24,8	6.460 / 7.020
8 år	26,1 / 26,5	6.780 / 7.270
9 år	28,7 / 29,1	7.120 / 7.660
10 år	31,8 / 32,2	8.300 / 8.940
11 år	35,5 / 35,3	8.360 / 8.900
12 år	40,4 / 39,1	8.750 / 9.410
13 år	45,6 / 43,5	9.170 / 9.990
14 år	49,9 / 49,2	9.520 / 10.750
15 år	53,2 / 55,1	9.780 / 11.530
16 år	54,8 / 60,0	9.910 / 12.190
17 år	56,0 / 63,6	10.010 / 12.670

www.maelken.dk

I undersøgelsen skal I også måle/beregne den mængde energi, apparatet har brugt/modtaget for at varme vandet op. Vi kalder den energi for E_{brugt} .

- For el-apparater er $E_{\text{brugt}} =$ den elektriske effekt (P) i watt gange den tid (t) apparatet var tændt $= P \cdot t$
- For sprit apparater er $E_{\text{brugt}} = 25 \text{ kJ pr. gram brændt sprit}$
- For gas apparater er $E_{\text{brugt}} = 46 \text{ kJ pr. gram brændt gas}$

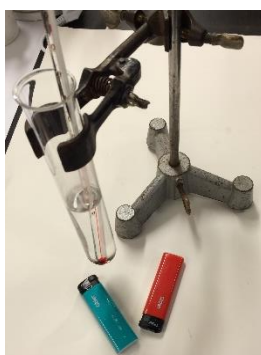
Har I udregnet E_{nyttig} og E_{brugt} , så kan I beregne apparatets virkningsgrad. Det vil sige, hvor effektiv apparatet er til at omdanne elektrisk-/kemiskenergi til indre energi – varmeenergi – i vandet:

$$\text{Virkningsgraden} = E_{\text{nyttig}} : E_{\text{brugt}}$$

➤ Formål:

I skal lave en undersøgelse af forskellige apparaters virkningsgrad. I kassen er: El-kedel, kogeplade + gryde, mormors dyppekoger + metalkande, spritbrænder + kolbe, lighter + reagensglas og et spejderkøgegrej (trangia). Er der også en mikroovn kan I bruge den.

➤ Udstyr:



➤ Hypotese:

Hvilket apparat, tror I har den bedste og dårligste virkningsgrad? Lav en rækkefølge her:

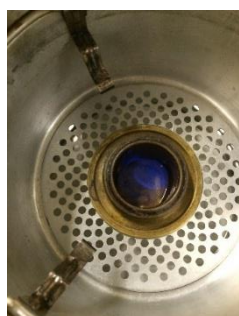
Virkningsgrad	Dårligst	→	→	→	→	→	Bedst
Apparat							

➤ Sådan gør I:

1. Vælg om I laver undersøgelsen som klasse i grupper. Sådan så alle grupper undersøger et apparat samtidig. Eller det er en gruppe, der laver undersøgelsen af flere apparater – måske dem alle.

2. I skal bruge dette udstyr. Har I et:

- El-apparat, så skal I bruge: Bægerglas, termometer, ur og spar o meter.
- Trangia, så skal I bruge: Vægt, bægerglas, termometer, sprit, tændstikker.
- Spritbrænder, så skal I bruge: Vægt, bægerglas, kolbe, stativ med stativklemme, termometer, tændstikker.
- Lighter, så skal I bruge: Vægt, måleglas, bordpladestativ, stativklemme, reagensglas, termometer.



3. I skal måle følgende fysiske størrelser:

- Alle apparater: Temperaturstigning (T).
- El – apparater: Brugt tid (t) og elektrisk effekt (P) – antal Watt på Spar – o – meteret.
- Sprit/gas apparater: Vægt af brugt brændstof.

4. Tænk på:

- **Tjek apparatet og afprøv målingerne med en lille smule vand, før I laver den rigtige undersøgelse.**
- **Lav aftaler om hvor meget vand, der skal varmes op og om hvornår opvarmningen stopper - ved hvilken temperatur?**
- **Pas på ikke at brænde jer på varme ting.**
- **Overvej, hvordan I får lavet det mest præcise forsøg.**

5. Gennemfør undersøgelsen, noter jeres målinger og beregn virkningsgraden.

Nødvendige målinger, der skal noteres:	
Vandmængde: _____ ml = _____ g	
Starttemperatur: _____	Sluttemperatur: _____ Temperaturstigning: _____ °C
Brugt tid til el-opvarmning (kun ved el): _____ s El apparatets effekt _____ W	
Brænder/lighter vægt før forsøg _____ efter forsøg _____ Brugt vægt mængde _____ g	

Apparat	$E_{\text{nyttig}} (E_{\text{ud}})$ i kJ $E = m \cdot \Delta T \cdot 4,2$	El-apparater: $E_{\text{brugt}} (E_{\text{ind}})$ i kJ $E_{\text{el}} = P \cdot t$	Sprit/gas- apparater : $E_{\text{brugt}} (E_{\text{ind}})$ bruger i kJ	Virkningsgrad = Enyttig/ Ebrugt i procent
El-kedel				
Kogeplade med gryde				
Kande med dyppekoger				
Mikroovn				
Spritbrænder og kolbe				
Trangia - spritkoger				
Lighter + reagensglas				
Gasbrænder + kolbe				

Konklusion:

Hvad er resultatet af jeres undersøgelse? Passede jeres rækkefølge?

Er der fejlkilder? _____

➤ Forklaring og beregninger:

Hvor dyrt er det at drikke kaffe/te?

Lad os antage, at det apparat, I bruger til opvarmning af vand, kan omsætte al den tilførte el energi til varme energi i vandet. Den har altså en virkningsgrad på 100 %.

Lad os antage at de voksne drikker 2 l varmt vand om dagen, der altså skal varmes op fra 5 grader til 100 grader. Den brugte energimængde:

$E_{\text{brugt}} = c \cdot m \cdot (T_{\text{slut}} - T_{\text{start}})$ hvor $c=4,2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{grad}$.

$E_{\text{brugt}} = 4,2 \cdot 4 \text{ kg} \cdot (100 - 5) = \underline{1596 \text{ kJ}}$

Da $1 \text{ kWh} = 1000 \times 60 \times 60 \text{ J} = 3600 \text{ kJ}$. Kan vi regne 798 kJ om til 0,44 kWh. og med en kWh pris på 2,13 kr. koster det ca. 0,94 kr.



Maskot.polfoto

Hvad koster et brusebad?

Lad os **antage**, at vandet varmes op med en el-vandvarmer og den kan omsætte al den tilførte el-energi til varmeenergi i vandet. Den har altså en virkningsgrad på 100 %.

Lad os **antage**, at du ikke bader miljørigtigt i kort tid – dvs. du bader 10 min og bruger kun 80 l vand ved en temperatur på 50 grader. Dvs. vandet er varmet op fra 5 til 40 grader. Den brugte energimængde:

$E_{\text{brugt}} = c \cdot m \cdot (T_{\text{slut}} - T_{\text{start}})$ hvor $c=4,2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{grad}$.

$E_{\text{brugt}} = c \cdot m \cdot (T_{\text{slut}} - T_{\text{start}}) = 4,2 \cdot 80 \text{ kg} \cdot (50 - 5) = 15120 \text{ kJ}$

Det svarer til 4,2 kWh energi og med nutidens pris på el-energi (ca. 2,13 kr. pr. kWh, koster det miljørigtige bad altså ca. 8,95 kroner. En del mere end kaffen!

