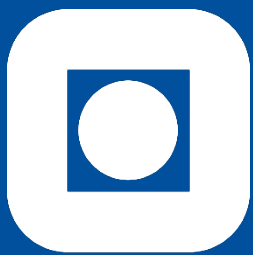


**Ingrid Langdal,  
Nils Kr. Rossing,  
Ingeborg Berg (red.)**

# **Fysikkløypa 2024 – Veiledningshefte**



**NTNU**

**Skolelaboratoriet  
For matematikk,  
naturfag og teknologi**

**Institutt for  
elektroniske systemer**

Januar 2024

## Fysikkløypa 2024 – veiledningshefte

Layout og redigering:	Nils Kr. Rossing, Ingeborg Berg
Tekst:	Ingrid Langdal Nils Kr. Rossing Ingeborg Berg
Foto:	Nils Kr. Rossing og Ingrid Langdal
Illustrasjoner:	Nils Kr. Rossing
Forsidebilde:	Jens Hallvard Garstad/NTNU

Spørsmål rettes til:

**Skolelaboratoriet for matematikk, naturfag og teknologi, NTNU**

v/Ingeborg Berg, 73 59 19 44, e-post: [ingeborg.berg@ntnu.no](mailto:ingeborg.berg@ntnu.no)

<http://www.ntnu.no/skolelab>

Fysikkløypa – veiledningshefte er skrevet i ny utgave etter LK20.

Utgave 2.0 – 16.01.24

Fysikkløypa 2024 er støttet økonomisk av:



I tillegg har **Institutt for elektroniske systemer** bidratt med betydelig egeninnsats.

**Vi takker alle bidragsytere!**

# Fysikkløypa 2024 – Veiledningshefte

**Ingrid Langdal**  
**Nils Kr. Rossing**  
**Ingeborg Berg**





## Forord

Hftet er en samling av oppgavene som er brukt under Fysikkløypa 2024.

Fysikkløypa ble arrangert første gang i forbindelse med fysikkens år 2005, etter initiativ fra **Berit Kjeldstad** ved Institutt for fysikk. Den ble utviklet og gjennomført som et samarbeid mellom Institutt for fysikk, Skolelaboratoriet ved NTNU, Institutt for elektroniske systemer og Vitensenteret i Trondheim.

Etter LK20 har Fysikkløypa vært gjennom en større revisjon for å tilpasses den nye læreplanen. Elevene skal nå utforske faseoverganger, partikkelmodellen, elektrisitet, magnetisme og lyd.

**Ingrid Langdal** ved Charlottenlund vgs har hatt en prosjektstilling på Skolelaboratoriet ved siden av lærerjobben de siste skoleårene, og det er hun som har stått for revisjonen av Fysikkløypa. Veiledningsheftet til den forrige utgaven av Fysikkløypa ble skrevet av **Nils Kr. Rossing** ved Skolelaboratoriet, vi har tatt med oss noen oppgaver videre, i tillegg har Ingrid lagt til mange nye oppgaver og skrevet veiledning til disse.

Stor takk til de som har gjort Fysikkløypa 2024 mulig:

- **Nils Kr. Rossing** ved Skolelaboratoriet, for et solid arbeid med løypa siden oppstarten – både med oppgaveutvikling, veiledning og tekst.
- **Ingrid Langdal** ved Skolelaboratoriet og Charlottenlund vgs, for revisjon av løypa etter ny læreplan, mange gode ideer og beskrivelser av de nye oppgavene.
- **Erik Wessel-Berg** ved Institutt for elektroniske systemer, for tilrettelegging av postene på el-bygget – lyd og LEDderkoppen, og for hjelp både til opplæring og underveis i løypa.
- **Tim Cato Netland** ved Institutt for elektroniske systemer, for hjelp til opplæring på lydpostene
- **Terje Mathiesen** ved Institutt for elektroniske systemer, som har lagt ut kretskortet til LEDderkoppen.
- Og sist, men ikke minst, takk til **studentassistentene** våre, som hver dag veileder nye elever gjennom oppgavene, og som kanskje er den viktigste grunnen til Fysikkløypas popularitet og suksess.

Ingeborg Berg  
Prosjektleder for Realfagløypene  
Skolelaboratoriet ved NTNU  
Januar 2024



## Innhold

Elektrisitet og magnetisme.....	7
Magisk kraft?.....	8
Statisk elektrisitet.....	9
Utladningskule.....	10
Lek med magneter.....	12
Svevende binders.....	14
Rekker du å ta imot magneten?.....	15
Kan du lage strøm?.....	16
Hvor kommer strømmen fra?.....	17
Verdens enkleste motor.....	18
Kan kroppen lede strøm?.....	20
Kan du lage en magnet ved å bruke strøm?.....	22
Partikkelmodellen og faseoverganger.....	23
Vakuu.....	24
Varmluftsballong.....	26
Håndkoker.....	27
Flytende lys.....	28
Vann utvider seg og fargeblanding.....	29
Fast stoff utvider seg.....	31
Varme hender.....	32
Kalde fingre.....	33
Sky i flaske.....	34
Luft, vann og legoklosser.....	35
Titt inn i en oppblåst ballong.....	37
Lyd og tellurium.....	39
Ekkofritt rom.....	40
Klangrommet.....	42
Hvordan ser lyden ut?.....	44
Lyd er bevegelse – se din egen stemme.....	46
Lag «Star Wars»-lyd.....	47
Fra lys til lyd.....	48



---

Tellurium – jordas og månens rotasjon.....	50
LEDderkoppen .....	57
Lag en LEDderkopp .....	58
Ekstra – utforsk elektrisitet .....	62
Pauseoppgaver .....	65
Hulspeilet.....	66
Foucaults pendel.....	70







# Elektrisitet og magnetisme

## Stasjon 1: Statisk elektrisitet

- Magisk kraft?
- Statisk elektrisitet
- Utladningskule

## Stasjon 2: Magnetisme

- Lek med magneter
- Svevende binders
- Rekker du å ta imot magneten?

## Stasjon 3: Elektromagnetisme

- Kan du lage strøm?
- Hvor kommer strømmen fra?
- Verdens enkleste motor
- Kan kroppen lede strøm?
- Kan du lage en magnet ved å bruke strøm?

## Magisk kraft?

### Mål

Se og erfare om elektriske krefter, og at disse virker uten direkte kontakt.

### Fremgangsmåte

Gni en plaststav (kall det gjerne en tryllestav) med ull eller skinn. Ta litt glittertråd og hold det høyt over plaststaven og slipp. Det krever kanskje litt trening, men nå kan du få glitteret til å sveve.

Hold også plaststaven inntil kinnet.

### Mulige spørsmål til elevene

- Hvor lenge klarer du å holde den flyvende? Hvem klarer det lengst?
- Hvordan kan glitteret sveve på denne måten?
- Hva skjer hvis du kommer nær glitteret med armen din? Hvorfor?
- Hva kjenner du når du holder plaststaven nær kinnet. Hvorfor?



### Forklaring

Når plaststaven gnis med ull eller skinn, får staven en negativ elektrisk ladning. Når glitteret kommer i nærheten av staven vil noen av elektronene hoppe over. De får da samme elektrisk ladning og vil frastøte hverandre. Dette er en god demo på frastøtende elektriske krefter.

Glitteret vil også tiltrekkes en genser e.l., der vi får demonstrert at de elektriske kreftene kan virke både tiltrekkende og frastøtende.

### Bruksområde

Noen av de første til å undersøke elektrisitet var faktisk tryllekunstnere. De brukte statisk elektrisitet til å få ting til å sveve, flytte på seg uten å være nær eller løfte seg. Når folk ikke var kjent med disse effektene lot de seg imponere. Etter hvert begynte fysikerne å interessere seg for effekten, og nå er elektrisitet og magnetisme blitt svært viktig for hvordan vi lever i den moderne verden.



## Statisk elektrisitet

### Mål

Elektriske krefter virker på avstand, og de virker både tiltrekkende og frastøtende.

### Fremgangsmåte

Gni to glasstaver med skinn. Legg den ene i en roterende holder. Før den andre staven nær den som ligger i stativet, men du skal ikke la de to stavenes komme i kontakt med hverandre.



Gni nå en svart PVS-stav med skinn. Før denne staven nær glasstaven som ligger i beholderen.

### Mulige spørsmål til elevene

- Hva skjer og hvorfor skjer det?
- Kan du få to staver til å tiltrekkes, men to andre staver til å frastøtes? Hvordan kan vi få til begge deler?

### Forklaring

PVC-staven og glasstaven får motsatt ladning når de gnis med skinnen (de har ulik evne til å trekke på elektroner, så den ene tar imot, den andre gir fra seg fra/til skinnen). Den ene blir positivt ladd, den andre blir negativt ladd. De ulike ladningene vil da frastøte hverandre. Like ladninger vil tiltrekke hverandre.

### Bruksområde

Du kan feste en ballong i taket før bursdagen din.

Håret står til alle kanter på trampolinen, og du kan få et lite støt hvis du tar på en venn.

(Strøm går i en ledning fordi elektronene tiltrekkes den siden (polen) i batteriet som er positivt ladd, og elektronene holdes rundt kjernen på grunn av de tiltrekkende kreftene mellom elektronene rundt kjernen og den positive kjernen. Men dette er begreper elevene ikke kjenner.)



## Utladningskule

### Mål

Se elektrisitet som små lyn.

### Fremgangsmåte

Skru på kula, og la elevene etter tur forsiktig ta hånda si/fingren inntil kula.



### Mulige spørsmål til elevene

- Hva skjer med strålene inne i kula? Hva kommer de av?
- Hva tror du skjer inne i kula?
- Hvorfor følger strålene fingrene dine?

Ta et lysstoffrør i hånda og hold det inntil kula.

- Hva skjer med lysstoffrøret? Hvorfor?
- Flytt litt på hvor du holder i lysstoffrøret (på enden eller i midten). Hva skjer nå?

### Forklaring

En utladningskule er som oftest fylt med en blanding av gassene neon og xenon eller argon (edelgasser). Gassene består av bittesmå atomer som ofte er ladet (ionisert).

Gassen er tynn, dvs. det er ganske langt mellom hvert atom. Trykket til gassen inne i kula er omtrent en tiendedel av vanlig lufttrykk. Ballen i midten av kula er kobla til en spenningskilde på 10 000 V, dvs. mer enn 40 ganger høyere spenningen enn i stikkontakten (230 V). I tillegg skifter spenningen retning ca. 30 000 ganger i sekundet (30 kHz).

Denne raskt varierende høyspenningen gjør at gassatomene i kula settes i rask bevegelse. På grunn av at avstanden mellom gassatomene er relativt stor, får de god fart før de kolliderer med et annet atom. Disse «høyhastighets»-kollisjonene gjør at noen elektroner i gass-atomene får et «energi-kick», og flytter seg til et høyere energinivå. Når de etter kort tid igjen faller tilbake på sin gamle plass, avgir de ekstra energi i form av lys.



Gassatomene inne i kula tiltrekkes av ei hand eller en finger som legges på kula og gjør at elektronene i gassen får ekstra god fart og dermed avgir mer lys.

En kan *forenkle forklaringen* ved å fortelle elevene at det inne i kula er små partikler (elektroner) som sender ut litt lys når de kolliderer. Når fingeren settes mot glasset, vil partiklene ledes mot fingeren og det blir flere kollisjoner i denne retningen. Dette gir lysende stråler mot fingeren, og det er det samme fenomenet som i lysstoffrør og i nordlys.

Dette kan også få et lysstoffrør til å lyse, fordi det får partiklene i lysstoffrøret i bevegelse, og ladde partikler i bevegelse er strøm, og det er nettopp det som skal til for at et lysstoff skal lyse.

### Tips

Denne bør stå på et mørkt rom for at strålene skal synes godt.

### Bruksområde

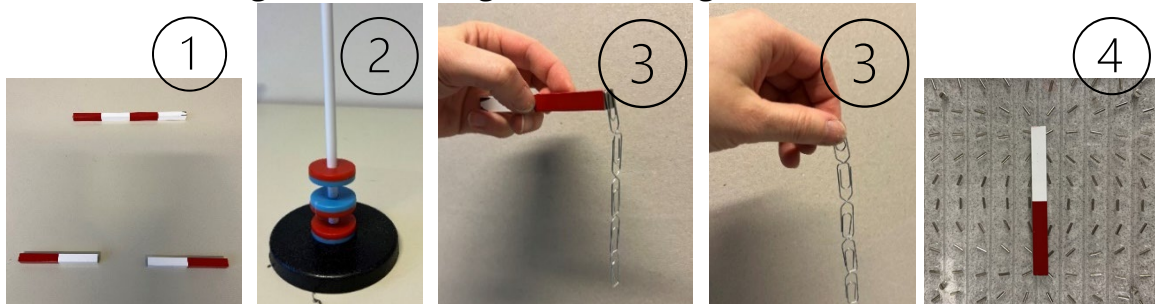
Et lysstoffrør ligner på en slik utladningskule. Et tilsvarende fenomen finner vi i ionosfæren, som er et lag i atmosfæren ca. 75 km over jordoverflata. Ionosfæren består av elektrisk ladete gassatomer som settes i rask bevegelse av partikkelstråling fra sola. Det hender da at ionosfæren begynner å lyse, på samme måte som strålene inne i utladningskula. Da får vi nordlys.



## Lek med magneter

### Mål

Gjøre seg erfaringer rundt magnetiske krefter, at de virker på avstand, at de er tiltrekkende og frastøtende og at de kan magnetisere andre materialer.



### Fremgangsmåte

- 1) Ta to stavmagneter. Ta forsiktig de to ulike sidene inntil hverandre. Legg to magneter over hverandre, rødt mot rødt og hvitt mot hvitt.
- 2) Tre to ringmagneter over et stativ. Prøv med flere over hverandre. Prøv også å snu retning på dem.
- 3) Fest en spiker på en stavmagnet og fest flere binderser under denne igjen (de skal ikke tres på). Hold en binders i høyde med den siste bindersen din og slipp. Ta forsiktig spikeren av magneten.
- 4) Legg en stavmagnet over platen med de små stavene. Det kan være lurt å dra magneten litt opp og ned. Her kommer feltet rundt magneten til syne.

### Mulige spørsmål til elevene

- 1) Stavmagneter
  - Kjenner du de tiltrekkende og frastøtende kreftene?
- 2) Ringmagneter
  - Hva kjenner du? Er det likt for de ulike fargene?
  - Hva skal til for å få ringmagneten til å fly høyere. Hva hvis man putter en over, eller snur ringmagneten? Her er det mange varianter, få elevene til å leke seg med det å gjøre seg erfaringer.



### 3) Stavmagnet og binders

- Hvor mange binders klarer du å henge under hverandre?
- Hvorfor detter den løse binders ned, den er jo like langt fra magneten som den som henger i rekka.
- Hvordan kan bindersene fortsatt holde rekka si, når du har fjernet magneten?

### 4) Stavmagnet og magnetplate

- Ser dere mønsteret som dannes i de små stavene?

## Forklaring

En magnet er et objekt som omgir seg med et magnetisk felt. Elektroner er små magneter, og i en magnet vil nok elektroner ha polene sine rettet i samme retning. Magnetiske krefter virker både tiltrekkende og frastøtende, og en nordpol i en magnet vil tiltrekkes en sørpol i en annen, mens nord og nord vil frastøte hverandre. For elevene må vi bare si at nordpol frastøter nordpol, men tiltrekker sørpol.

Magneter virker på ting som inneholder jern, og tiltrekker seg disse. De magnetiserer legemet (får en svak nord og sørpol) så lenge legemet er i magnetfeltet, og det vil da virke tiltrekkende krefter mellom magneten og legemet. I eksempelet med bindersen, har da bindersen blitt en liten magnet, og kan igjen holde på en ny binders, slik at vi får laget en kjede nedover. Denne magnetiseringen kan bli selv om man har tatt bort feltet, og derfor blir bindersene hengende. Den mister magnetiseringen etter en liten stund, eller hvis den blir slått på eller varmet opp. Klarer vi å lage den slik at den ikke mister magnetiseringen, har vi laget en ny permanentmagnet.

Alle magnetiske gjenstander vil rette seg inn etter feltet fra en magnet på en slik måte at de ligger parallelt med feltlinjene og nordpolen peker mot magnetens sørpol. Det er dette som blir synlig på platen med stavene.

## Bruksområde

Magneter kan brukes for å holde ting sammen/fra hverandre uten at det er direkte kontakt. Kjølenskapsmagnet, eller til å feste telefonen i futteralet, holde en dør åpen etc. Sammen med elektrisitet (elektromagnetisme) har magneter et stort anvendelsesområde. De utnyttes i elektriske motorer, høyttalere, metalldetektorer, harddisker, lydbånd/databånd, følere i tyverialarmer, dørlukkere, teleslynger for høreapparat og MR-maskiner og mye mer. Og det meste av den strømmen som produseres i Norge benytter seg av magneter.

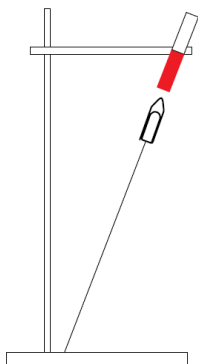
## Svevende binders

### Mål

Materialer som lar seg magnetisere vil forstyrre feltet, og bindersens vil dette ned.

### Fremgangsmåte

Sørg for at bindersens svever i retning magneten. Prøv å stikke noe mellom bindersens og magneten, som ulike metallstykker (aluminiumsplate og stållinjal), plastlinjal og papir.



### Mulige spørsmål til elevene

- Hvorfor svever bindersens?
- Hva skjer med bindersens når du tester de ulike materialene?

### Forklaring

Det virker en magnetisk kraft mellom magneten og bindersens, men denne kraften kan bli brutt når man stikker et magnetisk materiale eller materiale som kan magnetiseres imellom. Papir, plast og aluminium gir ingen effekt, mens jernholdig metall forandrer eller stopper feltet. Eksempler på slike kan være en stålsaks, stållinjal, blykkbokser o.l. Som vi så over vil jo det jernholdige metallet bli en liten magnet, og derfor forstyrres feltlinjene fra stavmagnetten.

### Bruksområde

Øvelsen demonstrerer hvordan magnetiske krefter er en fjernkraft, altså virker på avstand uten direkte kontakt mellom objektene. Likevel kan man bryte kreftene, noe man for eksempel ikke kan med tyngdekraften.





## Rekker du å ta imot magneten?

### Mål

Se at ting ikke alltid oppfører seg som vi skulle tro.

### Fremgangsmåte

Undersøk om kobber er magnetisk ved å holde den lille magneten inntil kobberrøret. Du skal nå slippe magneten gjennom kobberrøret, og se om du rekker å ta den imot før den detter i bakken.

### Mulige spørsmål til elevene

- Virker det magnetiske krefter mellom røret og magneten, altså henger den fast i røret?
- Rekker du å ta den imot på andre siden?



### Forklaring

Her er det Lenz' lov som gjelder. Når magneten faller dannes det en elektrisk strøm i kobberrøret som i sin tur har et magnetfelt rundt seg. Retningen på dette feltet er slik at fallet til magneten bremses. Dette er langt utenfor kompetansenivået til elevene, men de «skal gjøre forsøk med magnetiske krefter», så det er litt gøy å se. Noe man eventuelt kan si, er at kobberrøret er det irriterende søskenet som alltid gjør motsatte av det du/magnetten vil. Går du den ene veien vil søskenet dytte den andre veien, alltid.

### Tips

Hold røret akkurat passe på skrå, slik at en mutter skulle ha falt litt fort, men ikke så bratt at magneten begynner å rulle.

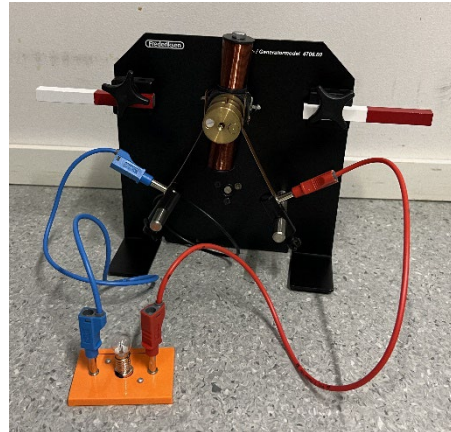
## Kan du lage strøm?

### Mål

Se at man kan få en lyspære til å lyse (lage strøm) ved hjelp av magneter og bevegelse.

### Fremgangsmåte

Koble generatoren til en lyspære. Plasser magnetene i holderne som vist på bildet. Vær nøye med retning på magneten.



### Mulige spørsmål til elevene

- Kan du få lyspæra til å lyse ved hjelp av det utstyret du har tilgjengelig?
- Hva skjer når spolene står i ro i forhold til magnetene?
- Hva må du gjøre for å få lyspæra til å lyse mest mulig?
- Hva skjer hvis du tar bort magnetene fra oppsettet? (prøve gjerne dette)

### Forklaring

Elektrisitet og magnetisme er størrelser som henger tett sammen. Det er slik at en endring i magnetfelt vil påvirke partikler med ladning (elektroner), slik at når spolene beveger seg mot magnetene (økende magnetfelt) vil elektronene begynne å bevege på seg. Det oppstår en strøm i spolene, og denne er koblet sammen med kretsen med lyspæra, og lyspæra lyser. Det er altså kun *endring* i magnetfelt som gjør dette, og derfor må vi bevege magneten. Dette kalles induksjon. Elevene vet kanskje ikke hva et elektron er, eller at det er koblet opp mot begrepet strøm, så man kan si at en lyspære trenger strøm for at den skal lyse. Strømmen henter vi stort sett fra stikkkontakten i veggen, men vi kan altså lage den selv fordi en magnet som rører på seg kan lage strøm.

### Bruksområde

Dette er slik vi lager mesteparten av den strømmen vi bruker. Magneter festet til en turbin snurrer rundt ledningspoler og det genereres strøm i ledningen.



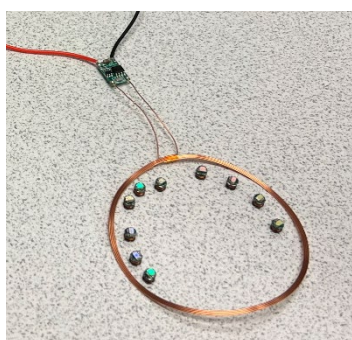
## Hvor kommer strømmen fra?

### Mål

Se at vi kan få lys uten ledning til strømkilden.

### Fremgangsmåte

Skru på spenningskilden på vekselspanning og plasser de små lyspunktene i og utenfor ledningsringen. Undersøk hvor nært lysdiodene må være for å få lys.



### Mulige spørsmål til elevene

- Får du lyspunktene til å lyse?
- Hva trengs for at noe skal lyse?
- Er det avhengig av avstanden?

### Forklaring

Igjen er begrunnelsen bak det som skjer induksjon. I dette oppsettet er det en spole med strøm og dermed et magnetfelt rundt spolen. Settes det på en vekselspanning blir det variasjon i magnetfeltet, og da blir det indusert en strøm i de bitte små spolene under lysdiodene, og de lyser.

### Bruksområde

Dette er for eksempel prinsippet bak trådløs lading.

## Verdens enkleste motor

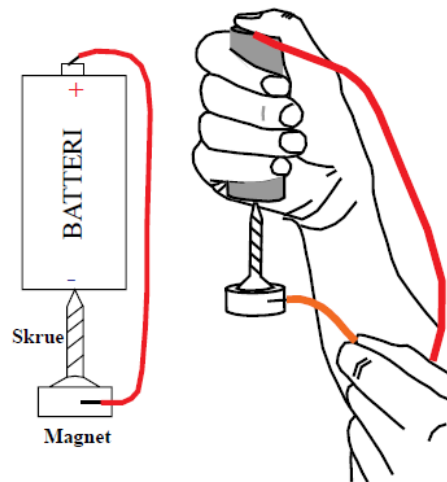
### Mål

Se at man kan bruke batteri til å få noe til å snurre rundt, altså at man kan lage en elektromotor.

### Fremgangsmåte

Til dette eksperimentet skal vi bruke en kraftig neodymmagnet, en skrue, ett rundt batteri og en ledning.

La skruehodet feste seg til sentrum av magneten. Hold batteriet inne i hånda. La spissen til den magnetiske skrue feste seg til den negative polen på batteriet. Hold ledningen borttil den positive polen på batteriet (øverst) og før den andre inntil siden av magneten.



### Mulige spørsmål til elevene

- Hva skjer med magneten?
- Prøv å snu batteriet, blir det en endring nå?

### Forklaring

Den runde magneten har en nordpol (N) og en sørpol (S) og omgir seg med et magnetfelt som vist på figuren på neste side (sørpolen er plassert opp). Kryssene i figur B skal vise at vi ser enden av feltpilene og feltet går derfor innover i papiret.

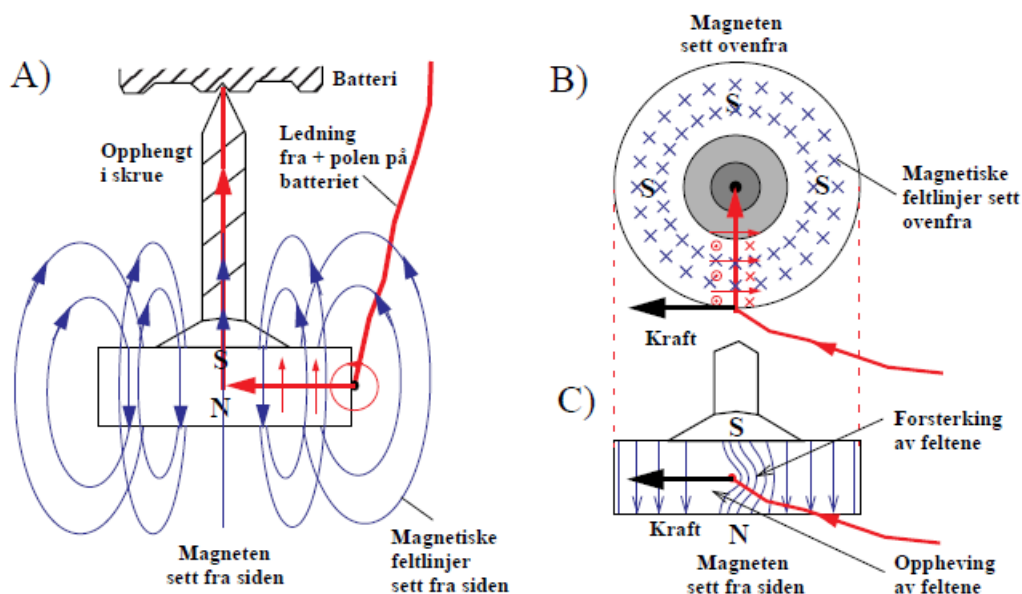
Når vi holder ledningen borttil kanten av magneten, vil det gå en elektrisk strøm fra batteriet og gjennom ledning, skrue og magnet, og på tegningen ser vi at strømmen går fra kanten og inn mot sentrum av magneten (radielt). En sirkel med en prikk viser spissen av feltpilen og skal vise at feltlinjene peker ut av papirplanet.

Vi vet at det virker magnetiske krefter på ladde partikler i fart, og retningen blir som figuren under viser (fra høyrehåndsregel).

For elevene kan vi fortelle og «vise» hvordan strømmen går fra den positive polen til den negative polen. Videre at strøm lager magnetisme (ref. elektro-



magneten, en ledning blir til en magnet) og at det vil virke krefter mellom disse to magnetene som mellom andre magneter. Det er magnetismen som lages av strømmen sammen med magnetismen i magneten som skyver på hverandre og setter magneten i bevegelse.



Rotasjonsretningen vil avhenge av strømretningen og hvilken vei magneten står. Dette kan elevene undersøke.

## Bruksområde

Her demonstreres hvordan en strømførende ledning vil påvirkes av en kraft i et magnetfelt. Det samme prinsippet finner vi igjen i en hvilken som helst elektrisk motor.

## Kan kroppen lede strøm?

### Mål

Erfare at en krets må være sluttet for at det skal kunne gå en strøm.

### Fremgangsmåte

Gå sammen to og to. Ta tak i hver deres side av modellen med den ene hånden. La den ene eleven trykke på nesen til den andre.



### Mulige spørsmål til elevene

- Hva skjer?
- Hva skjer hvis man slipper kontakten?
- Kan man koble sammen flere elever?
- Hva hvis de holder en metallstav mellom seg, eller en plaststav?

### Forklaring

Kretsen er så følsom at vi kan «koble» sammen flere elever og se at det kan gå strøm gjennom en lang kjede av elever.

#### Utvidelse av forsøket

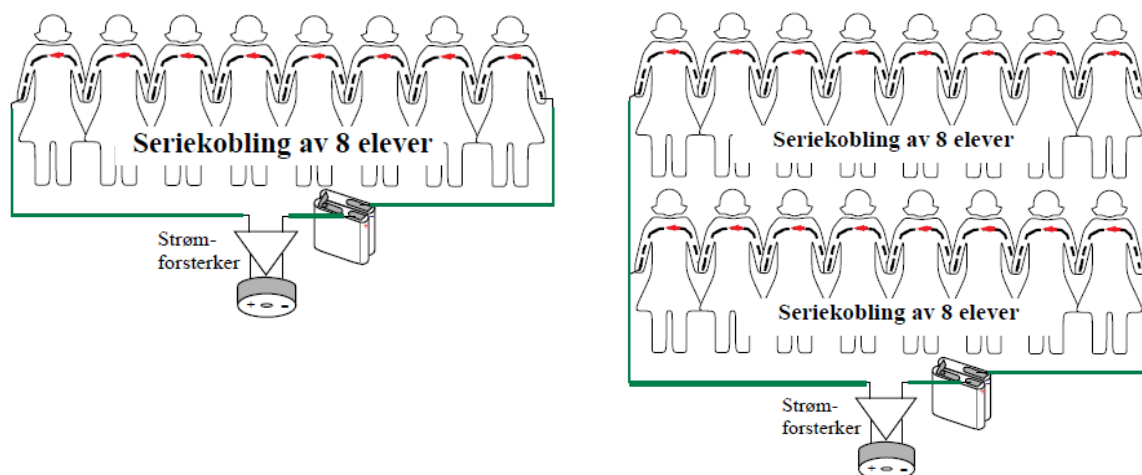
- Flere elever sammen i *serie* (hvor mange elever kan man kobles sammen før lyden forsvinner?)
- Seriekoble og parallellkoble elever (hvorfor må begge rekkene av elever brytes?)
- Undersøke om andre materiale leder strøm (hva skjer hvis begge elevene tar på en metallstand, en planke, et plastrør eller andre ting?)

**Seriekobling** får vi når strømmen må gå gjennom en lang rekke av elever. Dersom to elever slipper taket i hverandre, slutter strømmen å gå i hele rekka.

**Parallellkobling** får vi når to rekker står side om side og elevene i hver ende holder i samme ledningen. Strømmen vil dermed fordele seg mellom de to rekkene slik at ca. halvparten av strømmen går i hver av rekkene. Dersom to elever slipper taket i hverandre i den ene rekka, vil det fortsatt gå strøm i den andre og kretsen gir fortsatt lyd fra seg. Om derimot begge rekkene brytes vil begge de to strømførende banene brytes, og strømmen slutter å gå.



Figuren under viser to rader hver med åtte seriekoblede elever. Deretter er de to radene parallellkoblede.



Noen stoffer er gode elektriske ledere slik som f.eks. sølv, kobber og aluminium, disse kalles ledere. Andre materialer er dårlige ledere, og kalles isolatorer. Eksempler på isolatorer er keramikk, plast, gummi, glass og mange andre ting. Mens en tredje gruppe materialer kan lede litt strøm. Kroppen vår er en slik leder som leder litt strøm.

For at det skal gå strøm i en krets, må den være sluttet, altså at strømmen har en annen returvei tilbake til batteriet. Boksen er laget slit at kretsen ikke er sluttet. Men får vi et kontaktpunkt fra det ene håndtaket til det andre, blir kretsen sluttet, det går en strøm og vi får lyd. Kroppene til elevene er altså dette kontaktpunktet, og kroppen kan lede strøm. Strømmen går fra den ene polen på kretsen, gjennom elevene og tilbake til den andre polen på kretsen. Dere kan se at på innsiden av håndtakene er det litt metallfolie som leder strøm og det er denne folien som forbinder kretsen til hendene deres.

Hvis en eller flere av elevene slipper hverandres hender, brytes den sluttete kretsen, og det vil ikke lenger gå noen strøm og lyden opphører.

### Tips

**OBS! Strømmen fra modellen er ufarlig. Prøv aldri å gjøre det samme med strøm fra stikkontakten. Den er livsfarlig og kan med stor sannsynlighet medføre alvorlige skader eller døden.**



## Kan du lage en magnet ved å bruke strøm?

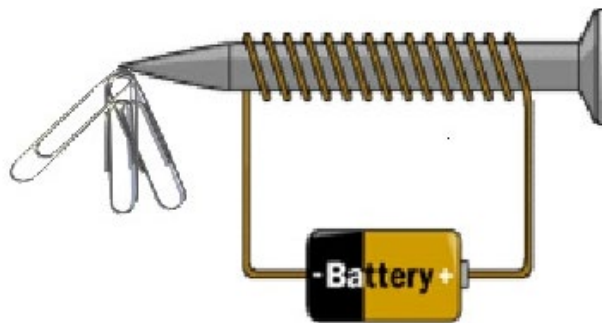
### Mål

Erfare at man kan lage en slags magnet med strøm.

### Fremgangsmåte

Finn en spiker med ledning surret rundt. Koble til strømforskyvningen med de tjukke ledningene og hold inn knappen.

Prøv magneten på bindersene.



### Mulige spørsmål til elevene

- Er alle spikermagnetene like sterke/svake? Prøv de forskjellige!

### Forklaring

Når det går strøm i en spole av isolert kobberledning, vil det oppstå et magnetfelt. Vi kan konsentrere magnetfeltet i en spiker. Magnetten blir dermed sterkere med en spiker inne i spolen. Magnetten kan også gjøres sterkere ved å øke antall viklinger og å øke strømmen gjennom spolen.

En elektromagnet vil trekke til seg jern, nikkell eller stål. Den har et magnetfelt på lik linje med andre magneter, med to poler, en nordpol og en sørpol.

### Bruksområde

Bruksområdet til elektromagneter er allsidig. Elektromagneter brukes bl.a. til å skille magnetiske metaller fra annet søppel eller glass. De brukes til å holde brannrør åpne og til elektrisk styrte brytere (releer). Det hender også at de blir brukt til å løfte og flytte store metallgjenstander som f.eks. biler. I tillegg er den en viktig del av elektriske motorer. Fordelen er at man med denne metoden lager en magnet man kan skru av og på.





## Partikkelmodellen og faseoverganger

Felles demo: vakuum

- Vakuumblokk
  - Ballong
  - Vann som koker

Stasjon 1: Varmt tar mer plass enn kaldt

- Varmluftsblokk
- Håndkoker
- Flytende lys
- Vann utvider seg og fargeblanding
- Fast stoff utvider seg

Stasjon 2: Faseoverganger gir og tar energi

- Varme hender
- Kalde fingre
- Sky i flaske

Stasjon 3: Luft er noe (partikkelmodellen)

- Luft, vann og legoklosser
- Titt inn i en oppblåst ballong



# Vakuum

## Mål

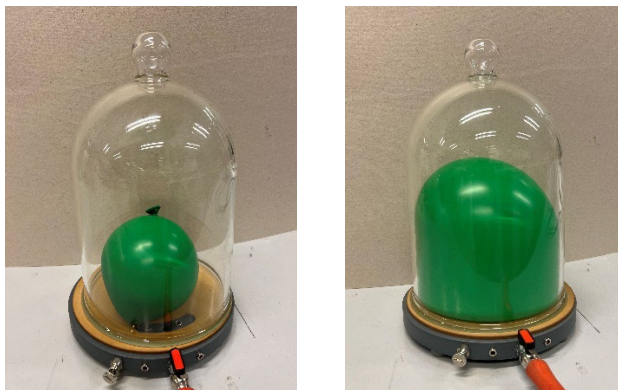
Luft er ikke tomrom, det består av mange partikler.

## Framgangsmåte

Foran dere har dere en vakuumpumpe, og denne sørger for at det blir (tilnærmet) vakuum under den store glasskuppelen.

Del 1: Legg en ballong med litt luft i inni glasskuppelen, og skru på pumpa.

Del 2: Sett inn et glass med vann og skru på pumpa.



## Mulige spørsmål til elevene

### Del 1

- Hva tror du kommer til å skje når pumpa skrues på?
- Hvorfor utvider ballongen seg? Kommer den til å fylle hele rommet tror dere?

### Del 2

- Hva skjer?
- Hvorfor skjer det?
- Tør dere ta på det kokende vannet?
  
- Hva vil det egentlig si at noe koker?



## Forklaring

Vakuumpumpa pumper ut lufta i vakuumklokka, og vi ser hvordan ulike elementer oppfører seg når lufttrykket synker.

- 1) Ballongen har i utgangspunktet et trykk som samsvarer med det som er i lufta rundt oss. Når vi da lager et mindre trykk rundt ballongen i vakuumklokka, vil likevekten etterstrebes og ballongen blåser seg opp. Likevekt: Partikler kolliderer i veggen fra innsiden og partikler kolliderer i veggen fra utsiden av ballongen. Endres trykket vil et ulikt antall partikler kollidere i veggen fra hver side, og ballongen endrer størrelse. I dette tilfellet synker trykket på utsiden og ballongen blåses derfor opp. Til vanlig blåser vi jo nettopp opp en ballong ved å tilføre luft, altså partikler på innsiden, slik at trykket øker.
- 2) Kokepunktet til vann synker også ved lavere trykk (dette er avhengig av hvor lett vannmolekylene har for å unnslippe), og derfor begynner vannet etter hvert å koke selv om temperaturen ikke har økt. Merk at temperaturen i vakuumklokka faktisk synker når vannet koker, fordi det at vannet koker krever energi, og denne energien tas fra omgivelsene noe som fører til at temperaturen i luften synker (se forklaring til «kalde fingre»).

## Bruksområde

Hvorvidt vakuum faktisk fantes var man lenge i tvil om, helt til Evangelista Torricelli påviste vakuum på 1600-tallet. Han gjorde et forsøk der han fikk påvist vakuum, men han brukte også dette forsøket til å vise at lufta i atmosfæren har masse, og han skrev begeistret: «*Vi lever på bunnen av et hav av luft*».

En vanlig støvsugers sugesevne kan redusere lufttrykket med omtrent 20 %, men det er mulig å oppnå større vakuum enn dette. I laboratorier kan man nå en billiontedel av atmosfæretrykket ( $100 \text{ partikler/cm}^3$ ), slik at man kan gjennomføre viktige forsøk. Man kan for eksempel slippe en fjær og en hammer og se at de faller like fort når det ikke er luftmotstand. Dette forutså Galilei på 1600-tallet.



## Varmluftsbalong

### Mål

Se at varm luft er lettere enn kald luft

### Fremgangsmåte

Hold en søppelpose over brødristeren.

**OBS!** Pass på at plasten ikke kommer i kontakt med brødristeren.

Hold posen en stund over brødristeren. Når du tror du har ventet lenge nok, slipper du.

### Mulige spørsmål til elevene

- Hva tror du kommer til å skje?
- Hva skjer og hvorfor skjer det?
- Hold hånda inni varmluftsbalongen, hva kjenner du?

### Forklaring

Vi varmer opp luft, og denne samler vi inne i posen. Fordi luft utvider seg når temperaturen øker, går tettheten ned, og dermed vil varm luft være lettere enn kald luft. Den varme lufta vil stige til værs, med søppelposen som en beholder.

Dette er også en demonstrasjon på en egenskap ved en gass. En gass fyller rommet den befinner seg i.

### Bruksområde

Søppelposen fungerer som en varmluftsbalong. En slik varmluftsbalong flys ved at man fyller en stor ballong med varm luft fra en varmekilde som henger under. Mens ballongen fylles, er kurven festet til bakken. Når man merker at ballongen har nok løft, kutter man fortøyningen og stiger. På toppen av ballongen er det en slags fallskjerm, som kan trekkes ned for å regulere temperaturen i ballongen. Da kan man kontrollere nedstigningen igjen. En varmluftsbalong har ofte ingen motor, og vil dra dit vinden bestemmer.

I 1782 var første ferd med varmluftsbalong, med en sau, en hane og en and som passasjer. To måneder senere var første ferd med mennesker.





## Håndkoker

### Mål

Se at luft som varmes opp utvider seg. Underbygge forklaringen til varmluftsballongen.

### Fremgangsmåte

Foran deg har du det som kalles en håndkoker. Hold hånda di over den nederste kolben.



### Mulige spørsmål til elevene

- Hva tror du kommer til å skje?
- Hva skjer?
- Hvorfor skjer det?
- Hvordan kan du få vannet ned igjen tror du?

### Forklaring

Partiklene et stoff er bygget opp av, er alltid i bevegelse, enten det er fast stoff, væske eller gass. Jo raskere partiklene beveger seg, jo høyere er temperaturen i stoffet, og dermed øker også volumet når temperaturen øker.

Luft med høy temperatur tar større plass enn kald luft. Når du holder hånda over den nederste kolben, vil du øke temperaturen på lufta (og vannet) og begge deler vil utvide seg. Lufta tar nå større plass og vil presse vannet oppover i søylen og til slutt følge etter slik at det bobler. Da ser det ut som det koker. For å få vannet ned igjen kan man bare holde over den øverste kolben, da vil denne lufta utvide seg og presse vannet tilbake.

Dette er mange av de samme prinsippene som med varmluftsballongen, men her kommer i tillegg prinsippet om likevekt. Naturen etterstreber at det skal være like stort trykk utenfor som inni, og så lenge beholderen er helt tett og kraftig nok, vil den trekke inn vannet så langt det lar seg gjøre.



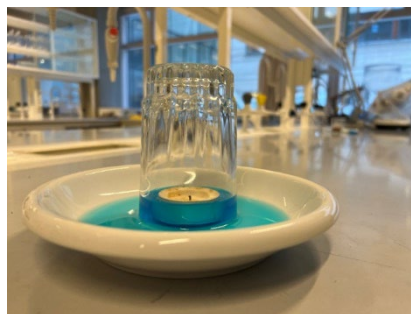
## Flytende lys

### Mål

Se at varm luft tar mer plass enn kald luft, at en gass utvider og trekker seg sammen etter temperaturen.

### Fremgangsmåte

Sett et telys på en tallerken med vann (vannet skal dekke bunnflaten av tallerkenen, men lyset trenger ikke flyte). Tenn lyset og sett det på tallerkenen. Sett glasset på hodet over telyset.



### Mulige spørsmål til elevene

- Hva kommer til å skje nå?
- Hva ser du?
- Hvorfor skjer det?

### Forklaring

Dette er samme prinsippet som for «håndkokeren» over, luft som kjøles ned tar mindre plass. Vi tenner et lys og setter et glass over. Da vil lufta varmes opp og utvide seg. Man kan se det bobler litt under glasset når den oppvarmede lufta presser seg ut. Etter hvert er oksygenet i lufta brukt opp, og lyset slukkes. Da kjøles lufta ned igjen, den trekker seg sammen (skaper et undertrykk) og suger vannet inn i glasset, og telyset vil flyte på vannet.

### Bruksområde

Har du prøvd å helle ut sjokoladepudding på et fat, men opplevd at sjokoladepuddingen ikke vil komme til deg? Klipp et lite hull i bunn slik at luft kan komme inn når du heller, da slipper den lett som en plett.



## Vann utvider seg og fargeblanding

### Mål

Se at væske utvider seg, og blir lettere når temperaturen stiger.

### Fremgangsmåte

Del 1: Foran deg har du en koble med farget vann. Beholderen er fylt slik at vannstanden akkurat når opp til røret. Sett kolben i et kar med varmt vann. Vannet kan hentes fra en termos.



Del 2: Ta to Erlenmeyerkolber. Fyll den ene med kaldt vann fra springen og konditorfarge og den andre med varmt vann fra springen (la det renne litt) og en annen konditorfarge. Legg en plastplate over kolben med det varme vannet, snu kolben på hodet og balanser den på kolben med det kalde vannet. Ta forsiktig vekk platen som skiller de to vannmengdene.

Nå skal du forsiktig snu de to kolbene på hodet. Sørg for at det hele tiden er kontakt mellom åpningene til de to kolbene.

### Mulige spørsmål til elevene

- Hva tror du kommer til å skje?
- Hva skjer?
- Hvorfor skjer det?
  
- Hva skjer med fargene (altså det kalde og varme) når det varme vannet er øverst?
- Hva skjer med fargene (altså det varme og kalde vannet) når vi lar det kalde vannet være øverst?
- Kan du forklare forskjellen mellom de to situasjonene?
- Klarer du å se at det er en sammenheng mellom det dere så på del 1 og dette?



## Forklaring

Del 1: Vannet i kolben vil utvide seg, fordi temperaturen øker når du setter det i kokende vann. Da utvider vannet seg, og vannsøylen vil stige. Dette er viktig at de ser, slik at de kan forstå fargefossen. Setter man det i kaldt vann igjen, vil vannivået synke.

Del 2: Det er ulik temperatur i vannet i de to kolbene, og da har vannet også ulik tetthet. Det varme vannet er lettere enn det kalde. Dermed vil ikke vannet blande seg når det varme er på toppen, det vil flyte på det kalde vannet. Men når vi snur og setter det kalde vannet på toppen, vil det kalde vannet falle mot bunn.

## Tips

Bruk varmt vann fra termos, ikke vasken, for at vannet skal utvide seg raskere. På del 2 er det lurt å stå i/ved vasken.

## Bruksområde

En kaptein på en båt må tenke på at vann har ulik tetthet. Seiler en båt i kalde hav, kan den ha tyngre last enn om den seiler i varme hav. På mange skip kan man se et lastemerke på skroget. Merket (plimsollmerke) viser hvor mye last båten kan ha i ulike farvann.

Hvordan blir det hvis en båt seiler i kalde, salte hav kontra varme ferskvann?





## Fast stoff utvider seg

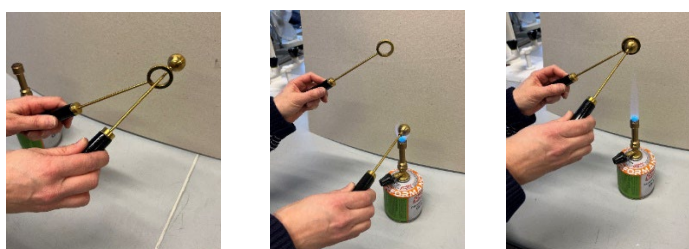
### Mål

Se at også fast stoff utvider og trekker seg sammen som følge av temperatur.

### Fremgangsmåte

Tre kula inn i ringen. Hold kula over gassblusset, slik at kula blir varmet opp. Prøv å få kula ut av ringen igjen.

**OBS!** Pass på at elevene ikke tar på kula, da brenner de seg!



### Mulige spørsmål til elevene

- Hva tror du kommer til å skje?
- Hva skjer og hvorfor skjer det?
- Ser de sammenhengen mellom denne posten og de foregående med væske og gass?

### Forklaring

Kula går ikke gjennom ringen når temperaturen har økt fordi også fast stoff utvider seg når temperaturen øker. Partiklene beveger seg ikke fritt som i en gass, men de kan vibrere. Derfor blir det en utvidelse med temperaturøkning, men den blir ikke like stor som for gass og varmluftsballongen.

### Tips

Fikk du kula ut gjennom ringen? Da må du varme opp kula litt mer. Ringen skal ikke varmes opp. Legg kula i skålen.

### Bruksområde

Har du hørt et gammelt hus knirke når temperaturen endrer seg ute om natta. Det er materialene som også endrer temperatur og beveger seg litt i forhold til hverandre.



## Varme hender

### Mål

Se at stoffet avgir energi i form av varme når det går fra væske til faststoff.

### Fremgangsmåte

Ta en håndvarmer og gi metallbiten inni en liten knepp.

**OBS!** Ikke ta i så hardt at metallbiten knekker i to, et lite trykk er nok.

### Mulige spørsmål til elevene

- Hva skjer med væsken inne i plastposen?
- Hva skjer med temperaturen til posen?
- Hvorfor skjer det?



### Forklaring

Posen inneholder en underkjølt væske, så en liten forstyrrelse vil få væsken til å stivne, altså gå fra væske til fast stoff. Dette er en faseovergang, og i slike faseoverganger vil det frigjøres energi. Denne energien kan vi kjenne som varme fra posen.

### Tips

Håndvarmere må kokes for å kunne brukes igjen, så sørg for at ikke noen elever knepper på ekstra mange for moroskyld.

**På slutten av dagen må disse ligge i kokende vann i 5 min.**

### Bruksområde

Det finnes flere varianter av slike håndvarmere, posene bruker enten kjemiske reaksjoner eller faseoverganger til å hente ut varmeenergi. Putt den i votten og hold hendene varme på en kald vinterdag.



## Kalde fingre

### Mål

Se at stoff krever energi, og denne tas fra omgivelsene, når de går fra væske til gass (fordamper).

### Fremgangsmåte

Putt en finger i vann og en finger i rødsprit og hold begge opp i lufta.

### Mulige spørsmål til elevene

- Hva kjenner du?
- Hva er det som skjer på fingeren din?
- Er det forskjell mellom de to fingrene?  
Hvorfor det?



### Forklaring

Væsken fordamper, altså det går fra væske til gass. Da må bindinger brytes, og det krever energi. Denne energien tas fra omgivelsene, fingeren er omgivelse og fingeren blir kaldere.

Rødsprit har lavere kokepunkt, og fordamper raskere. Derfor blir man raskere kald på den fingeren med rødsprit.

### Tips

Det er viktig at vann og rødsprit holder samme temperatur. Det er også noen som synes at vannet gir kaldest finger, men det viktigste er uansett at begge væskene fordamper og man blir kald på begge fingrene. Derfor er det også helt greit hvis ikke alle vil stikke fingeren i rødsprit.

### Bruksområde

Et sommertips til strandturen: Ta et håndkle, dypp det i vann, legg det rundt brusen din og legg brusen i sola. Da vil brusen kjøles ned, du har laget et strandkjøleskap.

Dette fenomenet brukes også i varmepumper. En væske fordamper ute, og trekker da til seg energi. Trykket blir deretter økt, slik at gassen blir til væske, og væsken tar med seg energien inn i huset. Der kondenserer den den og gir dermed fra seg energien igjen.



## Sky i flaske

### Mål

Se at en sky egentlig bare er at lufta ikke klarer å holde på all vanndampen, og at vanndampen kondenserer til små vanndråper.

### Fremgangsmåte

Foran deg har du en flaske. Ha en liten sprut med etanol i flasken ved behov og rist rundt. Så setter du på proppen og pumper opp flasken (ca. 10 pump). Ta ut proppen raskt, slik at prosessen går raskt.



Når du får dannet skyen, kan du også raskt sette på proppen igjen og pumpe for å få vanndråpene til å fordampe igjen.

### Mulige spørsmål til elevene

- Hva ser du?
- Hva ligner det på?
- Hva er det som skjer?



### Forklaring

I lufta i flasken er det vanndamp, altså vann i gassform, du kan bare ikke se det. Og siden en gass fyller det rommet den er i, sprer vanndampen seg ut i hele flasken. Så pumper vi trykk i flasken, altså vi pumper inn flere luftpartikler. Når vi deretter brått åpner korken, vil det store trykket sørge for at partikler presses ut, og da går temperaturen ned. Når det blir kaldere vil mye av vanndampen bli til vann, eller små vanndråper, og vi har fått en sky inne i flasken. Hvis du pumper opp trykk i flasken igjen, vil vanndråpene bli til damp igjen på grunn av det økte trykket.

Hvordan forklare at temperaturen går ned for en 6. klassing? Svaret er at det gjøres et arbeid på omgivelsene, og den energien som skal til for å gjøre dette arbeidet, tas fra varmeenergien. Men dette får bare bli en påstand.

### Bruksområde

Det er dette som er skydannelse, skyer dannes som oftest når fuktig luft stiger og avkjøles.



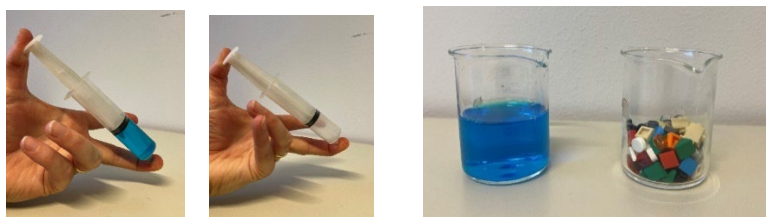
## Luft, vann og legoklosser

### Mål

Se på egenskaper med de ulike aggregattilstandene:

- gass kan komprimeres mye
- gass vil fylle rommet i en beholder, væske vil forme seg etter beholderen mens fast stoff vil beholde sin egen form.
- Luft er noe, det består av mange partikler.

### Fremgangsmåte



Ta en sprøyte og fyll den med vann. Hold fingere foran tuppen og prøv å presse ned stempelet på sprøyta.

Tøm vannet, og trekk ut stempelet på nytt, mens du holder sprøyta i luften. Prøv på nytt å presse stempelet ned, nå som sprøyta inneholder luft.

### Mulige spørsmål til elevene

- Er det mulig å klemme sammen sprøyta med vann? Hva med luft?
- Hva med luft, klarer du å klemme ned stempelet nå? Klarer du å presse stempelet helt ned?
- Hva kan sprøyta være fylt med?
  
- Hva skjer med henholdsvis fast stoff og væske når du putter det i en beholder? Hva med gass?

### Forklaring

Alt stoff er bygd opp av partikler (atomer, ioner, molekyler) og mellom disse partiklene er det tomrom.

Det er større avstand mellom partiklene i en gass enn i væske og fast stoff, og derfor kan vi klare å komprimere en gass, men ikke væske eller fast stoff i særlig stor grad. Det er også et viktig poeng at sprøyta ikke er «tom», men inneholder luft. Du klarer ikke å presse stempelet helt inn, fordi luft er partikler, og *ikke* tomrom.



Vi kan også her snakke om at væske har den egenskapen at den kan helles over i en bolle, og den tar den formen beholderen har. Fast stoff, for eksempel en legokloss vil hele tiden ta formen som en kloss. Mens en gass vil fylle rommet.

I faste stoffer sitter molekylene bundet i ordnet struktur, og den eneste formen for bevegelse er vibrasjon. I en væske beveger molekylene seg i forhold til hverandre med midlertidige hydrogenbindinger. Dette gjør at en væske vil ta formen til beholderen den er i, og den kan helles. En gass vil derimot fylle hele det tilgjengelige rommet.

### Bruksområde

Partikkelmodellen er en modell som hjelper oss til å forklare en rekke fenomener ved å ta utgangspunkt i at alt stoff er bygget opp av partikler, og på disse forsøkene kan den brukes til å beskrive faseoverganger. Det er en modell, men den kan gi oss gode bilder likevel. I partikkelmodellen er is, vann og vanndamp bygget opp av de samme partiklene, men fordi de er ulike aggregattilstander, har de ulike egenskaper.

Her er dette med avstand mellom partiklene viktig, og hvordan de er bundet til hverandre.



## Titt inn i en oppblåst ballong

### Mål

Forstå at luft er noe, det er ikke tomrom. Luft består av mange partikler.

### Fremgangsmåte

Tre ballongen over flaskeåpningen og dytt den inn i flasken, se bildet. Flasken har et hull, hold fingeren så du tetter hullet og prøv å blåse opp ballongen.



**OBS!** Ikke putt flasketuten inn i munnen, men legg leppene inntil flaskeåpningen, på ballongen.

Slipp nå fingeren foran hullet og blås på nytt. Du må holde foran hullet når du puster inn.



Kast ballongen når dere er ferdige, vask tuten ved behov.

### Mulige spørsmål til elevene

- Er det mulig å blåse opp ballongen når du holder fingeren for hullet? Hvorfor ikke?
- Hvorfor blir det mulig når du slipper fingeren?
- Hvorfor går ikke lufta ut av ballongen når du holder fingeren foran hullet?

### Forklaring

Her snakker vi om prinsippet likevekt. Trykk er partikler som presser på en beholder, og hvis trykket utenfor er likt det innenfor, vil det være en balanse. Men hvis trykket innenfor er mindre enn det utenfor, vil alle kollisjonene presse en beholder sammen, gitt at ikke veggene er sterke nok.

Vi klarer ikke å blåse opp ballongen inni en flaske, fordi vi er ikke sterke nok til å komprimere lufta som er i flasken når vi holder fingeren over hullet (som med sprøyta i forrige oppgave). Når vi slipper fingeren over hullet, klarer vi å blåse opp ballongen, for da kan lufta inni flasken slippe ut. Det blir som å blåse opp en ballong på vanlig måte.

Når så vi har blåst opp ballongen og holder fingeren over hullet, vil ikke ballongen kollapse, for det ville ha betydning at du hadde fått et undertrykk inne i flasken, noe som i sin tur ville ha blåst ballongen opp igjen. Her kan man vise til demonstrasjonen med ballongen i vakuumbekkeren.







## Lyd og tellurium

Post 1: Ekkofritt rom

Post 2: Klangrom og lydforsøk

- Klangrom
- Hvordan ser lyden ut?
- Lyd er bevegelse – se din egen stemme
- Lag «Star Wars»-lyd
- Fra lys til lyd

Post 3:

- Tellurium

## Ekkofritt rom

### Mål

Erfare hvordan lyd sprer seg.

### Fremgangsmåte

**OBS!** Husk at vi ikke må ha med løse gjenstander inn i dette rommet, de kan dette ned gjennom nettingen i gulvet.

**OBS!** Elevene må ikke ta på de svarte pyramidene.

- Vær helt stille.
- Prøv å rope så høyt du kan.
- Lag et kraftig klapp.
- La en av elevene snu seg fra de andre og lage en kraftig vislelyd mot veggen.
- Skru på høyttaleren og hør på lyden mens høyttaleren snurrer rundt.



Foto: Kamilla Refsholt/NTNU

### Mulige spørsmål til elevene

- Hva er det som er annerledes med lyden fra ropene, klappene, personen som snur seg vekk fra deg og høyttaleren som snurrer?
- Hvorfor blir det sånn?
- Hva kommer det av at lyden forsvinner når høyttaleren vender bort fra oss?
- Hvorfor forsvinner det ikke like mye lyd fra personen som fra høyttaleren?

### Forklaring

Vegger, tak og gulv er dekket med meterlange pyramidider med mineralull eller annet dempende materiale. Når vi roper, forsvinner lyden inn i dempematerialet og kommer aldri ut igjen. Det stille rommet kalles ekkofritt nettopp fordi lyden ikke kommer tilbake til øret ditt.

Dersom du er helt stille kan du etter hvert høre kroppslidene dine, hjertet som slår, magen som rumler, blod som strømmer i øret. Studenter som har forsøkt å lese til eksamen i dette rommet synes etter en stund at det er ubehagelig. De blir forstyrret av stillheten og sine egne kroppslyder.



Når høyttaleren peker bort fra deg er det nesten umulig å høre lyden. Det kommer av at lyden sendes rett inn i veggen hvor ingen ting kommer tilbake. Det samme skjer når noen roper inn mot veggen med ryggen mot de andre, men her kan man høre litt mer fordi brystkassa fungerer som en resonanskasse.

## Bruksområde

Slike rom kan f.eks. brukes til å gjøre målinger på mikrofoner og høyttalere. En kan f.eks. måle i hvilke retninger lyden stråler ut fra en høyttaler.

Den ekkofrie laben er bygd som et rom i rom, dvs. at rommet ikke henger sammen med bygget rundt. Dere kan se at det er to dører inn, med luft imellom. Dette er nødvendig for å unngå forstyrrelser når man gjør målinger. Kabler som går inn og ut av rommet, ligger også skilt fra hverandre, så signalene ikke skal bli forstyrret.

Det koster ca. 8–10 millioner å bygge et slikt rom (grovt overslag). Denne laben ble pusset opp for noen år siden for ca. 3 millioner, men da var selve rom i rom-konstruksjonen allerede på plass.

## Klangrommet

### Mål

I dette rommet er det lett å lage mye bråk. Det kommer av at vegger, tak og gulv er helt glatte. Da holder lyden seg lenge.



Foto: Per Henning/NTNU

### Fremgangsmåte

Klapp kraftig én gang.

Lag en vislelyd mot en av veggene.

### Ta på øreklokker!

Rop så høyt dere kan! Mål lydnivået med måleren.

### Mulige spørsmål til elevene

- Hvor lenge kan du høre lyden før den dør ut?
- Hvor godt kan du høre den svake vislelyden?
- Hvor sterk lyd klarer dere å lage om dere roper samtidig?

### Forklaring

Klangrommet har glatte vegger slik at lyden holder seg lenge, ofte flere sekunder. Det er derfor lett å lage mye bråk i slike rom.

Rommet har klang, men ikke ekko. Veggene står ikke helt vinkelrett på hverandre, men med 3 graders avvik, nettopp for å unngå ekko, og platene som henger fra taket har samme formål.

I likhet med ekkofri lab er også dette et rom i rom, som ikke henger sammen med bygningsmassen rundt.



Lydstyrke kan måles i noe vi kaller desibel (dB), det forteller oss hvor sterk lyden er i forhold til den svakeste lyden vi kan å høre.

Noen eksempler:

Hvisking	15 dB
Vanlig snakking	60 dB
Bilhorn	90 dB
Rockekonsert	120 dB
Geværskudd	140 dB

Dersom lydstyrken er over 85 dB over lang tid, er den skadelig. 140 dB eller mer kan føre til øyeblikkelig tap av hørsel. Når vi skal beskytte oss mot høy lyd bruker vi hørselsvern.

## Tips

**OBS!** Si til elevene før dere går inn, at de ikke må rope inne i rommet, med mindre alle har øreklokker på. Dette kan skade hørselen!

## Bruksområde

Klangrom brukes bl.a. til å finne ut hvordan forskjellige materialer demper og fanger opp lyd. For at vi ikke skal høre hva naboen snakker om, eller bli forstyrret av stereo-anlegget hans, er det viktig at vi lydisolerer rommene våre. I et klangrom kan vi bl.a. finne ut hvilke materialer det er lurt å putte i veggene våre for at vi ikke skal bli forstyrret. Et klangrom kan også brukes til å måle støynivå fra ventilasjonsanlegg og andre maskiner.

Det koster ca. 3 millioner å bygge opp et klangrom (grovt overslag).

## Lydnivåmåler



1. Range/On-Off:  
Sett til: **Hi**  
Måler 65-130dB

2. Respons:  
Sett til: **Max hold**  
Holder max. verdien

3. Func:  
Sett til: **A**

4. Rop så høyt dere kan

5. Les av nivået

6. Trykk Reset  
Max hold resettes

## Hvordan ser lyden ut?

### Mål

Erfare at ulik lyd svinger ulikt, og derfor kan øre vårt forstå og tolke lyden.

### Fremgangsmåte

Her har vi koblet opp et apparat slik at du kan se lydbølgene på en skjerm.



Lag lyd i mikrofonen

- Prøv å snakke, synge eller plystre
- Slå på en stemmegaffel
- Bruk tonegeneratoren til å lage lyd

### Mulige spørsmål til elevene

Lyden fra mikrofonen

- Ser du forskjell på skjermen når du snakker eller plystrer?
- Hva med når du slår på en stemmegaffel?

Lyden fra tonegeneratoren.

- Hva ser du på skjermen nå?
- Hva skjer på skjermen hvis du dreier på knappen på tonegeneratoren, altså lager lysere eller mørkere tone?

Øk nå tonehøyden gradvis til lysere og lysere toner.

- Hvor lys tone klarer du å høre?
- Sammenlign med de dyrene som er på plansjen.



## Forklaring

Lyd er mer eller mindre regelmessige svingninger av luftmolekylene som forplanter seg i lufta, altså en bølge. Når vi snakker inn i mikrofonen omdannes luftsvingningene til elektriske svingninger som kan vises på skjermen. Da kan vi for eksempel se bølgens periode, frekvens og amplitude.

Selv om dette er vanskelig å skjønne, er det ikke vanskelig å se at det er en sammenheng mellom den lyden vi lager i mikrofonen og den vi ser på skjermen. Det er viktig at elevene oppmuntres til å oppdage denne sammenhengen.

En kraftig lyd gir stort utslag (amplitude), en lys tone gir raskere (tettere) svingninger. De bør også se forskjellen på en ren fin tone og en vislelyd. Prøv å sammenligne en ren sangtone og en ren plystretone.

Tonehøyden måles i svingninger i sekundet (hertz) og kan leses av på skalaen.

## Tips

Hjelp elevene til å stille inn og lese av skalaen på tonegeneratoren. Øk tonehøyden og undersøk hvor høye frekvenser de kan høre. Det kan være nødvendig å sende lyden i korte støt og be dem løfte hånden når tonen er på.

Barn kan høre toner opp til 20 000 Hz (dvs. 20 000 svingninger i sekundet). Etter som en blir eldre, får en problemer med å høre de høye tonene.

## Bruksområde

Eksperimentet demonstrerer at vi kan høre lyd med forskjellig tonehøyde. Dessuten viser det at det varierer litt hvor høye toner vi kan høre. Jo eldre man er, jo lavere er grensen for hvor høye toner vi kan høre.



## Lyd er bevegelse – se din egen stemme

### Mål

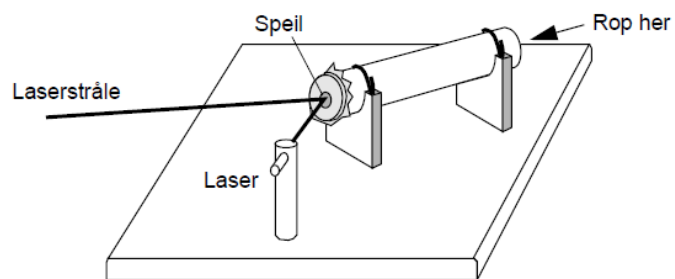
Erfare at lyd er vibrasjoner.

### Fremgangsmåte

En lysstråle sendes til et lite speil som sitter fast på ballonggummi foran på papprøret.

Rett lysstrålen mot veggen og rop inn i røret, se figur.

**NB! Ikke se inn i laserstrålen!**



### Mulige spørsmål til elevene

- Hva skjer med prikken på veggen når du roper, og hva kommer det av?

### Forklaring

Lyd er trykkbølger (variasjon i trykket) som forplanter seg i et medium, her luft. Det skaper vibrasjoner som gjør at øret vårt kan fange opp denne vibrasjonen og tolke den som lyd. Ved å rope inn i røret vil stemmen vår sette luften i bevegelse, som igjen gjør ballonggummien begynner å vibrere. Denne vibrasjonen projiseres på veggen av laseren, og da kan vi se hvordan gummi vibrerer, altså på en måte hvordan lyden vi lager ser ut. Ulik lyd vil gi forskjellig mønster.

### Tips

Pass på at laseren treffer det vesle speilet som er festet på ballonggummien. Om den ikke gjør det så dreier litt på papprøret, eller skyv det fram eller tilbake. Laseren slås på ved hjelp av en liten svart knapp på siden. **Slå av laseren når dere forlater posten.**

### Bruksområde

Dette er en demonstrasjon på at lyd er vibrasjoner (trykkvariasjoner). Man kan kjenne på halsen sin at det vibrerer når man synger en tone. En mikrofon vil registrere denne vibrasjonen med et materiale som kan vibrere. Denne vibrasjonen registreres og omdannes til et elektrisk signal, som sendes til en høyttaler som lager lyden, igjen ved hjelp av vibrasjoner.





## Lag «Star Wars»-lyd

### Mål

Ha det gøy med lyd.

### Fremgangsmåte

- 1) Stikk pekefingerne gjennom løkkene og hold dem inntil ørene.  
Vipp på hodet slik at du får slått fjæra i bakken.
- 2) Stikk de øverste ringene av trappetrollet inn i et plastkrus.

### Mulige spørsmål til elevene

- 1) Hva hører du? Klarer du å beskrive lyden?
- 2) Hva skjer med lyden nå? Hva er forskjellen fra i stad?

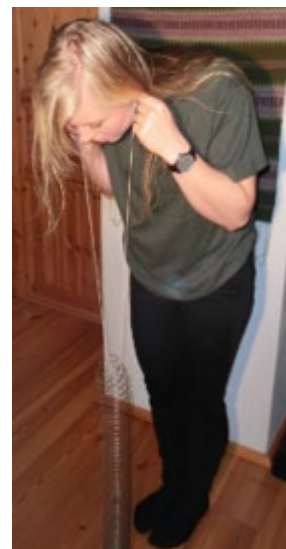
### Forklaring

Lyden oppstår når trappetrollet slår mot gulvet eller når spiralen klapper sammen. Deretter brer lyden seg opp og ned langs spiralen og reflekteres fra endene. Slik kastes lyden fram og tilbake som et ekko. Det er denne effekten som gir lyden den romlige klangen. Lyden brer seg samtidig opp langs hyssingen til den når fingrene som overfører lyden til trommehinnene i ørene.

Dersom vi trer et plastkrus inn på de to-tre øverste «ringene» i spiralen, vil lyden forsterkes av kruset slik at vi kan høre den i rommet. Kruset virker dermed på samme måte som resonanskassen til en akustisk gitar.

### Bruksområde

Lydeffekt i film. Det sies at de som produserte Star Wars-filmene brukte et slikt trappetroll for å lage lydene av skudd fra «blasterene». I virkeligheten ble lyden til filmene laget ved at det ble slått med en skiftenøkkel på en av stålbardunene til en radiomast. Lyden ble tatt opp og bearbeidet i studio.<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Se også: <https://www.youtube.com/watch?v=ZuMEfzD8aS0>

## Fra lys til lyd

### Mål

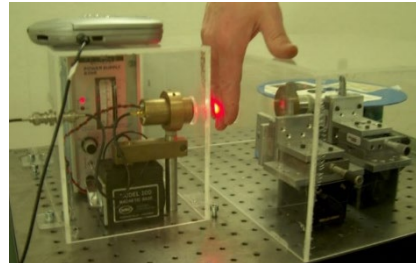
Se noen prinsipper i moderne teknologi.

### Fremgangsmåte

Sett på maskinen og hør på musikken.

Plasser hånda foran lysstrålen.

Plasser en kam foran i lysstrålen.

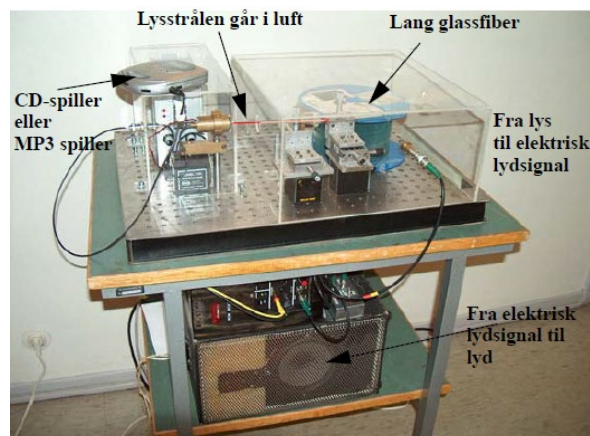


### Mulige spørsmål til elevene

- Hvor går musikken før den kommer ut av høyttaleren?
- Hva skjer med lyden når du tar hånda imellom?
- Hva skjer med lyden når du tar kammen imellom?
- Hva er forskjellen på de to?
- Hvorfor blir det slik?

### Forklaring

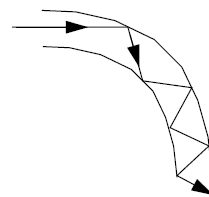
Lyd er raske vibrasjoner i lufta. Høyttalere eller øretelefoner omdanner elektriske vibrasjoner (et elektrisk signal) til vibrasjoner i lufta slik at vi kan høre lyden.



I dette tilfellet omdannes det elektriske signalet i mp3-spilleren med musikken, til «vibrasjoner» i en lysstråle. Til dette brukes en laser. Laserlyset sendes inn på en lang tråd av glass (optisk fiber). Tråden er laget slik at det aller meste av lyset holder seg inne i tråden og lite lekker ut. I den andre enden av tråden, fanges lyset opp av en lysfølsom krets som omdanner «vibrasjonene» i lyset til lydvibrasjoner i en høyttaler og musikken kan nå øret vårt.



Den lange glassfiberen som lyset går i, er også viktig. Her kan vi få lyset til å gå dit vi vil fordi når lyset treffer glassoverflata får vi totalrefleksjon slik at lysstrålen holder seg inne i glasstråden.



Selv om vi snakker om totalrefleksjon, vil lysstrålen hver gang den treffer overflata av glasset miste litt lys ut av fiberen. På den måten taper lyset seg stadig. For å unngå dette, har man laget fiberen slik at så snart lysstrålen kommer utenfor midten av glassfiberen, så bøyes den tilbake inn mot midten. På den måten unngås lystapet ved refleksjonene langs overflata. For å få til dette må en bygge opp fiberen slik at lyshastigheten i sentrum er litt forskjellig fra lyshastigheten langs kantene. En slik fiber har derfor nesten ikke tap på en strekning på flere km, selv om den er under 1 mm tykk.

## Bruksområder

*Lyset er her en bærer av lydsignalet* vi får ut til slutt, og vi ser at vi kan transportere dette signalet ved hjelp av lyset trådløst gjennom lufta. Nå er det ikke laserlys som brukes til den mest vanlige formen for trådløs kommunikasjon, men man kan se på dette som en demo på at lys og andre elektromagnetiske bølger kan brukes til å transportere et elektrisk signal trådløst, f.eks mobiltelefoni, blåtannteknologi og trådløs betaling. Vi har også laserkommunikasjon, for eksempel mellom to satellitter (50 000 km fritt gjennom rommet).

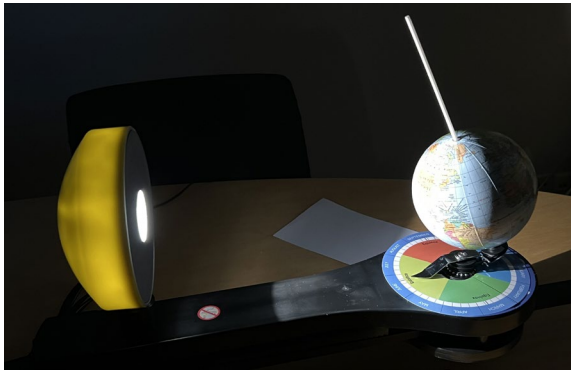
*Den optiske fiberen* er en demonstrasjon på at man kan styre lyset dit man vil ved hjelp av disse fibre. Optisk fiber brukes i dag til en rekke formål. Det vanligste er å bruke fiber til å overføre telefonsamtaler, radioprogrammer og TV-bilder. Dersom vi snakker i en telefon med noen som bor et stykke fra oss, så kan vi være ganske sikre på at lydsignalene våre har vært innom en eller flere optiske kabler på veien. Dette kommer av at de fleste telefonkabler er optiske fibre. Dette skyldes at det er mulig å «stappe» over 1 million telefonsamtaler, eller flere hundre TV-kanaler inn i én optisk fiber, mens vi må bruke mange tusen metallkabler for å klare det samme. På den måten er det mye å spare. I dag ligger det optiske kabler mellom Europa og USA. Det samme finner vi mellom Norge og Svalbard og mange andre steder i verden.

Et annet eksempel på bruk av *optisk fiber* er på sykehus når en f.eks. ønsker å se ned i spise- eller luftrøret, eller magen på pasienter. En sender da lys ned gjennom en bunt av fiber og ser gjennom en annen bunt. Det fine er at «røret» en ser gjennom er bøyeleg, slik at det blir mindre ubehagelig for pasienten.

## Tellurium – jordas og månens rotasjon

### Mål

Se hvordan døgn, månefaser og årstider oppstår, og tenke over hvordan denne modellen, selv om den er god til å vise dette, også er litt misvisende. Tenke over hvordan livet på jorda påvirkes av døgn og årstider.



### Innledning

På denne posten står det en modell. Den har en jordklode, en måne og en lyspære som fungerer som sola. Både jordkloden og månen kommer i to forskjellige størrelser, som brukes til ulike demonstrasjoner. I tillegg er det to plater som kan vises under jorda, som viser årstider og månefaser.

Det er flere ting som kan demonstreres på denne posten, se oppgavene under. For hver oppgave finner dere framgangsmåte, mulige spørsmål til elevene og forklaring samlet.

Demonstrasjonen i seg selv er ikke så vanskelig å gjennomføre, her er det viktig at dere sørger for dialog med elevene. Spør dem hele tiden om hva de tror, og hva de vet om hvorfor ting er som de er. La dem snurre på modellen for å finne ut det ut.

Merk: Månen snurrer rundt jorda på en måned, og jorda snurrer rundt sola på ett år, men jorda snurrer *ikke* rundt seg selv på et døgn i denne modellen.



## Oppgave 1: Jord og måne roterer, og jordaksen peker alltid i samme retning

Start med å vise frem modellen, pek på sola, jorda og månen. Pek på Norge og f.eks. Afrika, Australia, Nordpolen og Sydpolen.

- Hvilke bevegelser tror elevene at månen og jorda har når tiden går?

Få en elev til å dreie på hjulet og se at jord og måne roterer. Her får vi vist at månen går rundt jorda, jorda går rundt seg selv og at jorda og månen går rundt sola. Månen går også rundt seg selv.

Roter nå jorda rundt seg selv en gang med hånda. Kommenter at jorda snurrer rundt en skrå akse (tenkt linje gjennom jorda). For å synliggjøre dette kan den lange hvite pinnen festes på Nordpolen.

- Hva skjer med retningen denne aksen peker når jorda snurrer rundt sola?

Snurr jorda rundt sola en gang, og la dem se at jordaksen hele tiden beholder retningen sin. Det spesielle med dette for oss på den nordlige halvkule, er at i denne retning finnes det en stjerne. Den kalles Polarstjernen, eller Nordstjernen, og vil derfor alltid peke ut retningen mot nord. Dette med at retningen på jordaksen ikke endrer seg er viktig for å forstå årstidene, og midnattssol og mørketid.<sup>2</sup>

## Oppgave 2: Demonstrasjon av døgn og solur

- Hvorfor har vi dag og natt?

Kanskje svarer noen at sola står opp og går ned, det kalles jo nettopp soloppgang og solnedgang. Her kan dere enkelt vise hva det vil si at «sola står opp».

La jorda stå på enten vår- eller høstjevndøgn. Ved vårjevndøgn og høstjevndøgn varer døgnet like lenge over alt på kloden. Hele kloden er belyst på samme måte, det er null skygge på ekvator klokka 12, og døgnet har 12 timer natt og 12 timer dag.

---

<sup>2</sup> Store norske leksikon (2005-2007): Polarstjernen i Store norske leksikon på snl.no. Hentet fra <https://snl.no/Polarstjernen>



Bruk hånda til å rotere jorda rundt sin egen akse. Plasser gjerne den lille plastpersonen når du roterer. Når blir det mørkt og når blir det lyst for personen? Få dem til å se at når det er dag i Norge er det natt på den andre siden av kloden.

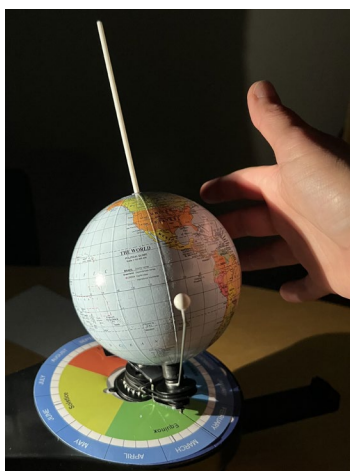
- I hvilke land går sola ned når den står opp i Norge?
- Hvor lenge varer et døgn og hvorfor det?

Døgnet varer i 24 timer, fordi det tar (omtrent) 24 timer for jorda å rotere rundt sin egen akse.

Jordas rotasjon rundt sin egen akse er opphav til klokka, og solas skygge kan dermed brukes som en klokke. Plasser plastpersonen på for eksempel Egypt og se hvordan den kaster skygge.

- Kan de foreslå når klokka er 12?

Da peker skyggen rett nord (vintertid). De andre tidspunktene er nok for vanskelige, men klokken 18 skal skyggen peke rett øst, klokken 15 peker skyggen nordøst osv. På denne måten kan man også navigere etter skyggen, hvis man vet hva klokka er. Følger du skyggen din klokka 12, går du rett nordover (vintertid).







### Oppgave 3: Demonstrasjon av årstider

- Hva er som gjør at vi har årstider?

Jorda har jo egentlig en ellipsebane rundt sola, og mange kan tenke at det er avstanden fra jorda til sola som bestemmer om det er sommer eller vinter. Men da gir det ikke mening at det er sommer på den sørlige halvkule når det er vinter på den nordlige. Jorda er nærmest sola 4. januar og lengst unna 5. juli, så det er faktisk litt varmere vintre på den nordlige halvkule og litt kaldere på den sørlige.<sup>3</sup> I tillegg er farten noe større når den er på det nærmeste, så igjen blir vinteren litt kortere. Denne demonstrasjonen har ikke en ellipsebane rundt sola, så det er ikke sikkert at dette forslaget kommer opp.

- La elevene snurre på kloden med håndtaket, og se om de kan finne frem til sommer og vinter.
- Hvorfor valgte de ut posisjonene de gjorde for sommer og vinter?
- Hvordan treffer sollyset nordområdene om sommeren? Og vinteren?

Legg på månedskiven etterpå og kontroller.

- Hvordan ser det ut på den sørlige halvkulen nå?

Jordas rotasjonsakse peker om sommeren mot sola og om vinteren peker den vekk fra sola. Om sommeren står sola høyere på himmelen, og dermed vil mer energigivende sollys treffe jorda i dette området.

Man ser også at døgnet er lenger på den nordlige halvkule om sommeren, dette kan man også undersøke nærmere, se neste demonstrasjon.



<sup>3</sup> Yr.no: Vi er lengst unna sola på sommeren, hentet fra <https://www.yr.no/artikkel/vi-er-lengst-unna-sola-pa-sommeren-1.14084360>



## Oppgave 4: Demonstrasjon av mørketid og midnattssol

For å svare på spørsmålet om årstider, er vi inne på hvor mye sollys som treffer nordlige og sørlige halvkule. Dette er jo også koblet opp mot hvordan dag og natt ser ut sommer og vinter.

- Hvordan lang er dagen om sommeren? Og vinteren?

Flytt jorda til enten sommer eller vinter (gjørne ut fra hva elevene sier, om de kjenner til lyse sommerkvelder og midnattssol, eller kanskje er det mørketiden de merker nå som det er februar). Vi har vintersolverv 21.–22. desember og sommersolverv 21.–22. juni (solstice). Bruk hånda til å rotere jordkloden, og få dem til å undersøke hvordan lyset treffer på Nordpolen.

- Hvor lenge er det lyst på Nordpolen i løpet av et døgn?
- Hvordan ser det ut på Sydpolen nå da?

Roter til det andre solvervet

- Hvordan er det på Nordpolen/Sydpolen nå?
- Hvor på kloden må man befinne seg for å oppleve midnattssol?

Polarsirkelen i Norge går litt nord for Mo i Rana. I modellen belyses dessverre jordkloden på en slik måte at polarsirkelen (og dermed området for midnattssol) havner for langt nord.

Perioden med midnattssol varer 1 dag på polarsirkelen og et halvt år på Nordpolen. På polpunktet er det derfor bare én soloppgang og én solnedgang i året.

- Hvordan påvirker årstidene livet på jorda?

Ta imot svarene fra elevene, men for vinterens del blir det kaldt og mørkt, snø og is. Noen dyr går i hi, plantene som skal leve her må være tilpasset. Noen mister bladene sine, noen råtner om høsten og skyter nye skudd fra rota om våren. Noen fugler flyr mot sør, mens andre dyr overvintrer, de kler seg for kulda ved å lage tykker pels osv.





## Oppgave 5: Demonstrasjon av månen og dens månefaser

Månen lyser på himmelen i sine regelmessige faser, og har hatt viktig kulturell innflytelse på språk, kalendere, kunst og mytologi. Bare tenk på vårt eget ord måned, og både påske og ramadan er satt ut fra månens syklus. I denne demonstrasjon skal elevene bli bedre kjent med jordas eneste naturlige satellitt, månen.

- Undersøk hvor lang tid månen bruker på å gå rundt jorda.
- Klistre et ansikt på månen mot jorda, og se hva som skjer med ansiktet når månen roterer rundt jorda.

Månen bruker i snitt 27,3 dager på å gå rundt jordkloden, altså nesten en måned. Den har bunden rotasjon, det vil si at vi ser samme siden av månen hele tiden.

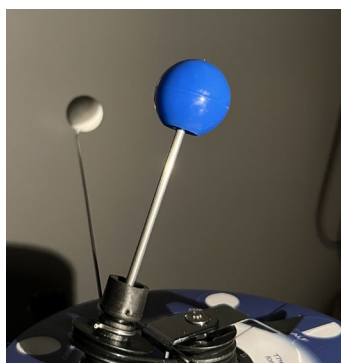
Bruk nå den store månen, og bytt til liten blå jordkule.

- Hvorfor lyser månen?
- Hvor stor del av månen er belyst? Endrer det seg?

La månen gå rundt jordkloden og se hvordan vi får frem fullmåne, halvmåne og de ulike sigdformene. Man må ha hodet på høyde med jorda for å se dette godt.

- Klarer de å lage en måneformørkelse og en solformørkelse?

Månens nåværende baneavstand i forhold til sola, gjør at det ser ut som den er nesten like stor som sola. Derfor dekker månen nesten hele sola under fullstendig solformørkelser.<sup>4</sup>



---

<sup>4</sup> Wikipedia: Månen. (17. september 2023). Hentet fra <https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=M%C3%A5nen&oldid=23834143>.



## Er det en god modell?

Hvorfor må månen være så stor i forrige demonstrasjon, den er jo like stor som jorda. Og jorda er nesten like stor som sola selv i de første oppgavene. Selv om dette er en fin modell for å demonstrere de momentene som nå har blitt undersøkt, er det en dårlig modell hvis vi ønsker å si noen ting om størrelsesforholdene i vårt solsystem, og siden blant annet avstand mellom sol og måne er feil, må månen skaleres opp for å få til en solformørkelse.

Her kan eleven få prøve å gjette på for eksempel:

- Hvis den gule lampa hadde vært sola, hvor stor skulle da jorda ha vært for å gi et riktig bilde av hvordan det egentlig ser ut?
  - 1,3 mm. Den grønne isoporkula er 4 mm, og er en grei demo på hvor liten jorda skulle ha vært
- Plasser jorda der den skulle ha vært plassert
  - 7 meter unna sola
- Dvergplaneten Pluto representerer kanten av vårt solsystem, hvor langt unna blir det?
  - 590 m
- Hvor langt er det fra sola til vår nærmeste stjerne?
  - 4 000 km, altså ca. herfra til Kanariøyene utenfor Afrika

Solas diameter	Jordas diameter	Avstand sol – jord	Avstand til Pluto (altså utkanten av solsystemet)	Avstand til nærmeste stjerne (Proxima Centauri)
$1,4 \cdot 10^9$	$1,3 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^{11}$	$5,9 \cdot 10^{12}$	$40 \cdot 10^{15}$
14 cm (modellen)	1,3 mm (Isoporkula er 4 mm)	15 m	590 m	4000 km (Kanariøyene utenfor Afrika)



# LEDderkoppen

Oppgave: Lag en LEDderkopp

Ekstraoppgave: Utforsk elektrisitet



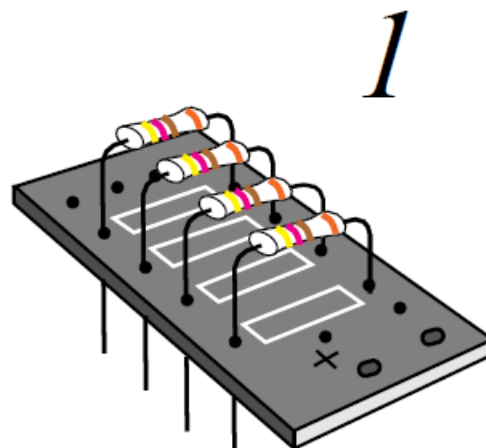
## Lag en LEDderkopp

### Mål

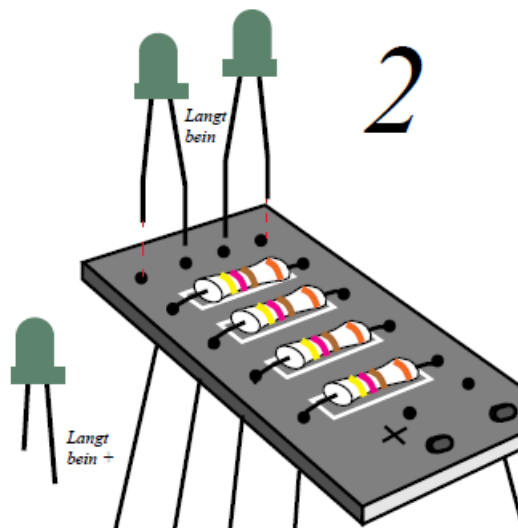
Her skal alle lodde hver sin LEDderkopp.

### Fremgangsmåte del 1

1) Bøy beina på de fire motstandene og stikk dem gjennom hullene som vist på figur 1. Press motstandene helt ned mot kortet og lodd på baksiden. Ikke klipp av beina på motstandene. De er beina til LEDderkoppen.

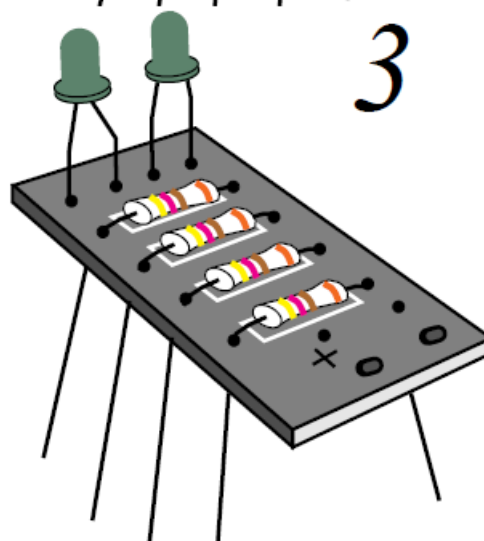


2) Diodene har et langt og et kort bein. Stikk beina gjennom kretskortet som vist på figur 2. Diodenes lange bein plasseres i hullet nærmest midten. La diodene stikke ca. 1 cm over kortet.



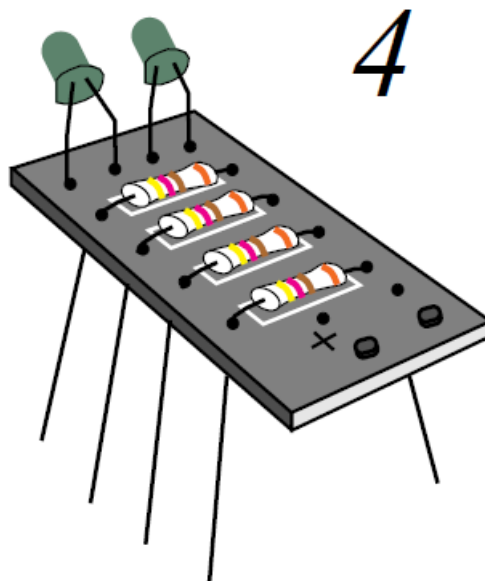
Lodd diodene fast til ledningsbanene på undersiden og klipp dem av inntil loddingen.

3) Figur 3 viser det monterte kortet med motstander og lysdioder.



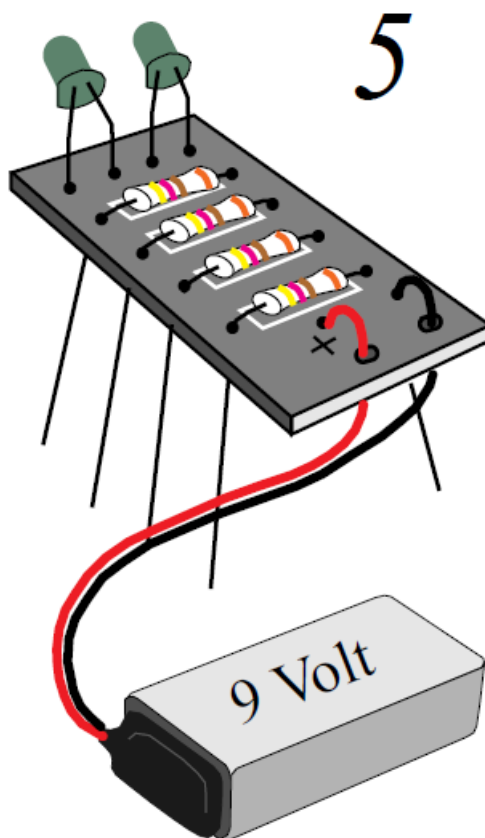


- 4) Bøy lysdiodene litt framover slik at de kan se ut som øynene til LEDderkoppen.



- 5) Koble batterikontakten til på enden av kortet. Tre ledningene opp gjennom de to hullene i enden av kortet og ned gjennom de to loddepunktene. Ledningene loddes på undersiden. Husk at den røde ledningen skal kobles til hullet i midten som vist på figur 5.

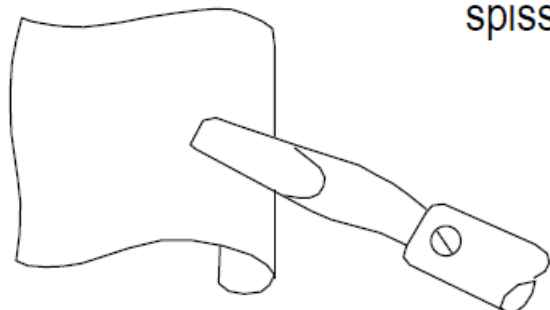
Koble til batteriet og se at øynene til LEDderkoppen lyser





## Fremgangsmåte del 2 – loddekurs

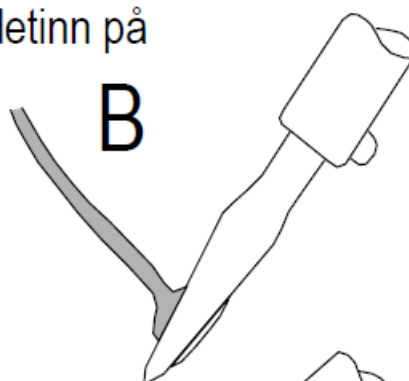
A



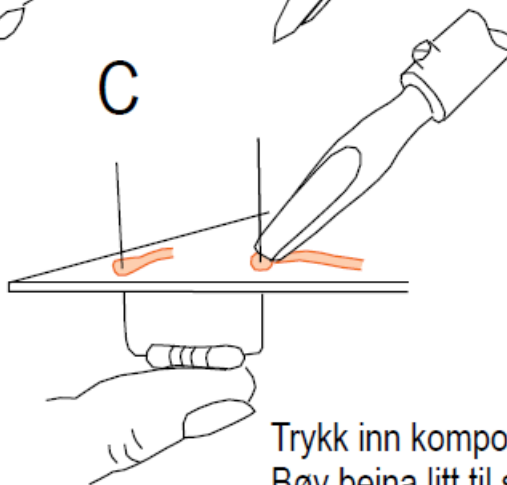
Tørk av loddebolten på en våt klut.

Ta litt loddetinn på spissen

B

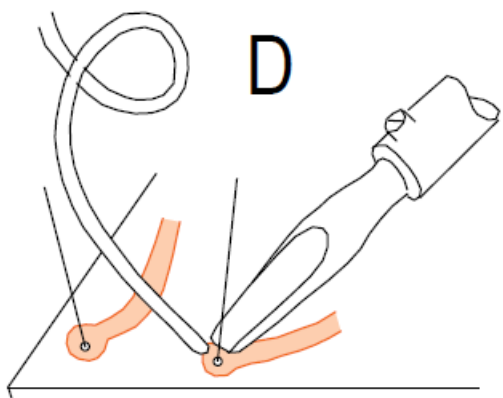


C



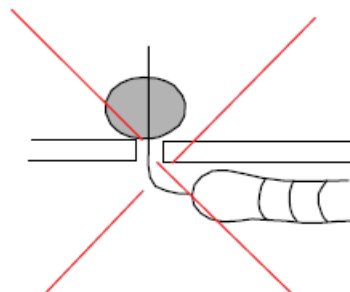
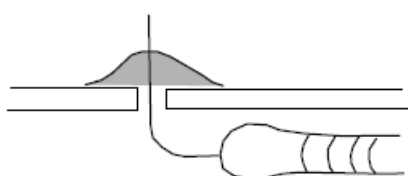
Trykk inn komponenten.  
Bøy beina litt til siden.  
Varm opp loddestedet og beina ca. 2 - 4 sek.

D



Hold loddebolten på loddestedet mens du tilfører loddetinn. Tinet skal **tilføres loddestedet og ikke til loddebolten.**

E

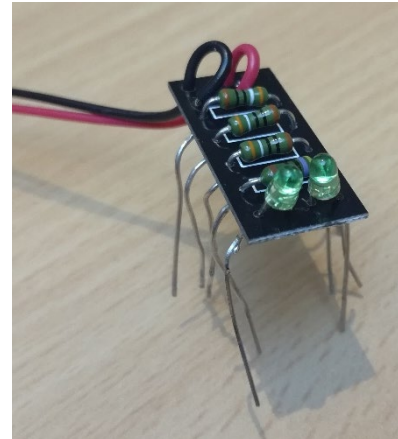




## Tips

Det viktigste på denne posten er gleden barna har av å lage noe som fungerer. Derfor bør ingen forlate posten med en krets som ikke virker. Det er viktig å passe på følgende:

- 1) Sørg for at alle bretter opp ermene slik at gensere og skjorter hindres i å berøre loddebolten. Og alle skal bruke vernebriller.
- 2) Pass på at begge lysdiodene står riktig vei, dvs. de lengste beina på diodene skal være inn mot midten. Lysdioder lyser bare når pluss på batteriet er koblet til det lange beinet.
- 3) Lær dem riktig lodding:
  - Varm opp loddestedet
  - Tilfør loddetinn til loddestedet
  - Fjern loddestråden
  - Fjern loddebolten
- 4) Monter de fire motstandene. Det er det samme hvilken vei motstandene er montert. Alle motstandene skal loddet fast.
- 5) Husk at ledningene fra batterikontakten skal passere gjennom de to hullene i enden av kortet før de stikkes ned i loddepunktene og loddet på undersiden av kortet. Ved å la ledningene gå gjennom disse hullene, hindres at ledningene rives løs fra kortet ved bruk.
- 6) Sørg for at alle har en krets som virker når de forlater posten.



Motstandene sørger for at strømmen i diodene ikke blir for stor. Elevene tar med seg LEDderkoppen, men lar batteriet bli liggende igjen.

## Bruksområde

Oppgaven demonstrerer montering og lodding av elektroniske komponenter. Elevene erfarer hvordan elektroniske komponenter kobles sammen på et lite kretskort. Lignende teknologi brukes i alle sammenhenger hvor man benytter elektroniske kretser.

## Ekstra – utforsk elektrisitet

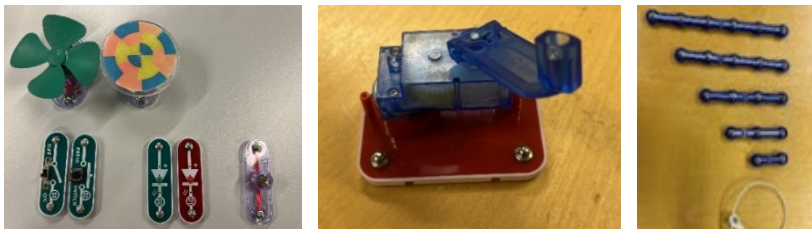
### Mål

Gjøre noen erfaringer knyttet til strøm og elektrisitet, og se hvordan vi kan lage og bruke elektrisk energi.

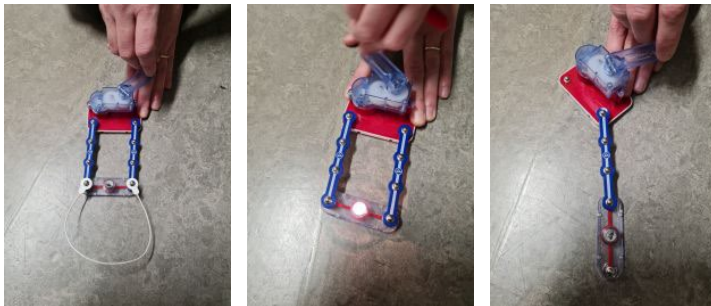
### Fremgangsmåte

Her kan elevene få lov til å leke seg med utstyret som er tilgjengelig. Hvis elevene ikke kommer i gang, eller det blir vel mye lek, kan det være lurt å styre dem litt. Se punktene på neste side for elementer dere kan ta tak i.

### Tilgjengelig komponenter i pakken



Bildet over til venstre viser en vifte/vindturbin, en dreieskive, to brytere, to lysdioder og en lyspære. Bildet i midten viser en sveivegenerator. Til høyre vises ulike ledninger.



Bildene over viser lyspærer koblet til en strømkilde på ulike måter. Her kan elevene gjøre seg noen erfaringer om hva som skal til for at lyspæren lyser, og hvorfor/hvorfor ikke.



Bildet over viser de ulike komponentene som er tilgjengelig for å lage strøm. Her er det naturlig å snakke om vindmøller, solceller og vannkraft.





## Mulige ting elevene kan undersøke

- 1) At strømmen må gå i en krets, og at den kan skrues av og på.
  - a. Det er ikke sikkert at alle forstår at de må føre strømmen i en krets. Hjemme har de jo en stikkontakt, en ledning og en lyspære, så dette med kun en ledning fra strømkilden til lyspæra er en vanlig misoppfatning.
  - b. Man kan også trekke inn at strømmen går den enkleste veien (minst motstand), så hvis det er en ledning over (rundt) lyspæra vil ikke strømmen gå gjennom lyspæra, og da vil lyspæra heller ikke lyse.
  - c. De kan også koble inn en bryter, for å se hvordan de kan skru strømmen av eller på.
  
- 2) At strømmen kan gjøre ting (arbeid) for oss
  - a. Vi har ulike komponenter som vi kan få til å lyse eller rotere.
  - b. Hva må vi gjøre med generatoren for å få en lyspære til å lyse sterkere?
  - c. La dem gjerne koble flere ting sammen, og se hva som skjer med lysstyrken/rotasjons hastigheten.
  
- 3) At vi kan lage strøm
  - a. De har allerede brukt sveivegeneratoren, men la dem også koble til solcellene. Her kan de se hva de får til å fungere, og hvor mange komponenter de kan få til å fungere samtidig i samme krets.
  - b. Vifta kan også brukes som en vindmølle, hvis noen av elevene kommer på det selv er jo det flott. Vi må nok bruke rød eller grønn LED for å se at det skjer noe da. Husk på at LEDene er retningsbestemt, så de må kobles inn i kretsen riktig vei.

## Forklaring

Elevene har mest sannsynlig ikke kjennskap til at strøm er elektroner, og de vet kanskje heller ikke hva et elektron er. Derfor er det helt greit at man bare snakker om strøm her, men hvis man vil, kan det sies at strøm er små partikler som går en bestemt retning, og at de faktisk beveger seg i lyspæren for at lyspæren skal lyse. Og for at de skal gå *fra* et sted, må de ha et sted å gå *til*, derfor må vi ha en sluttet krets.



Ellers kan det være naturlig å snakke om at komponentene er koblet i serie (etter hverandre i rekke). Her kan dere vise til «kan kroppen lede strøm» under elektrisitet og magnetisme, hvis dere har vært på den posten (eller peke tilbake når dere kommer dit).

I denne oppgaven benyttes det to ulike metoder for å lage strøm, en med rotasjon og induksjon og en med solceller. Den første metoden snakkes det om under «kan du lage strøm», på posten om elektrisitet og magnetisme. I denne oppgaven er det sentrale at de ser at man kan hente ut energi og overføre energien til elektrisk energi, i dette tilfellet strøm. Energien hentes ut fra lyset, bevegelsen til lufta eller kreftene i armen. Induksjon er kort forklart under posten som er nevnt, solceller benytter seg av dioder. Begge deler er utenfor hva disse elevene skal forstå.



## Pauseoppgaver

Hulspeilet

Foucaults pendel



## Hulspeilet



Foto: Jens Hallvard Garstad

### Fremgangsmåte

Stå nærme speilet og se inn i det

Gå lenger vekk fra speilet og se.

### Mulige spørsmål til elevene

- Hvordan ser du ut i de to situasjonene?



## Forklaring

Når en lyskilde plasseres foran speilet så vil speilet, dersom lyskilden plasseres på riktig sted, sende ut parallelle stråler av lys. Dette punktet kalles *brennpunktet* for speilet.

Når du står på rett plass på gulvet med hodet i høyde med speilets midtpunkt, ser det i speilet ut som du er rund som en kule. Går du bak krumnings-senteret, ser du at speilbildet ditt er snudd opp-ned. I et vanlig speil, reflekteres alle parallelle lysstråler tilbake i parallelle linjer (fig. 1 og 2).

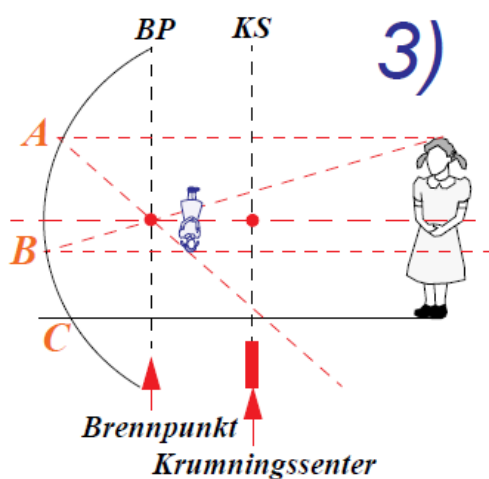


For et parabolspeil, som er krumt, gjelder følgende:

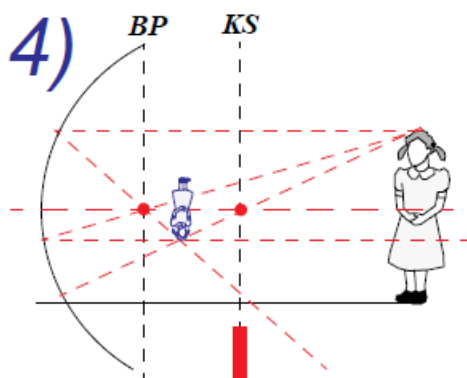
- Stråler som kommer inn parallelt med akse reflekteres til brennpunktet.
- Stråler som går gjennom brennpunktet reflekteres i parallelle stråler.

Vårt speil er sannsynligvis ikke et parabolspeil, men et sfærisk speil, dvs. at det er en del av en kuleflate som da vil ha et felles krumnings-senter for alle deler av speilet.

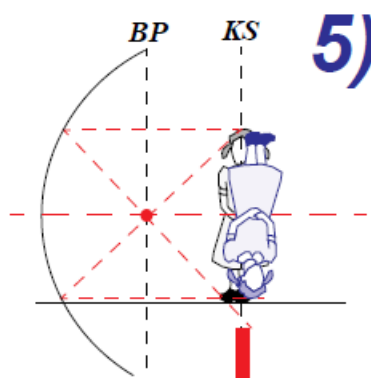
- Stråler som går gjennom krumnings-senteret reflekteres tilbake i seg selv.



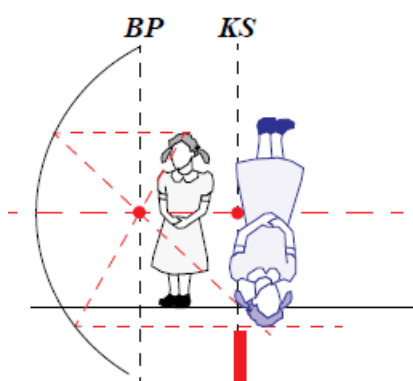
Brennpunktet til speilet vårt er omtrent midt mellom streken på gulvet og speilet, ca. 65 cm fra speilflata. Når du stiller deg i forskjellig avstand fra speilet vil bildet av deg forandre seg (se figur 4, 5, 6 og 7). Den krumme speilflaten gjør at det ser ut som om speilbildet noen ganger ligger foran og noen ganger bak speilflaten.



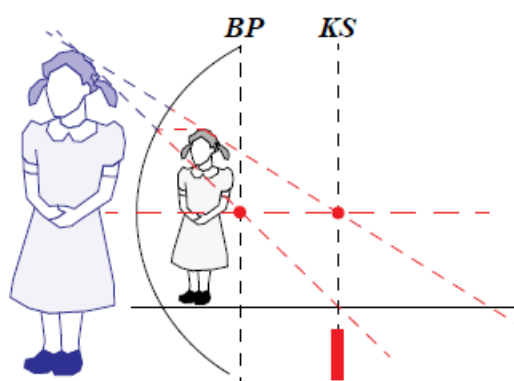
Utenfor streken blir bildet opp ned og forminsket. Bildet ligger foran speilet



På streken blir bildet opp ned og like stort. Bildet ligger foran speilet



Innenfor streken blir bildet opp ned og forstørret. Bildet ligger foran speilet



Innenfor brennpunktet blir bildet rettvendt og forstørret. Bildet ligger bak speilet

Bildet som dannes vil kunne avbildes på en matt glassplate eller skjerm som vist på tegningen over. Det er imidlertid ikke dette bildet du ser. Siden øyet ditt er en del av objektet som avbildes, vil du bl.a. se deg selv rettvendt når du går innenfor krumningscenteret.

### Forenklet tilnærming

La elevene få lov til å observere og beskrive hva de ser og hva som skjer når de befinner seg med øyet i brennpunktet. Det er ikke noe poeng at de skal forstå hvordan det krumme speilet fungerer, annet enn at om en lyskilde plasseres i brennpunktet så vil det sende ut parallelle lysstråler ut i rommet, slik som i en lommelykt.



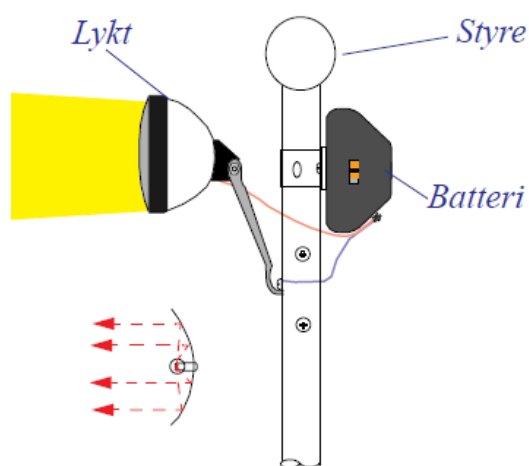
## Bruksområder

Hulspeilet som brukes i Fysikkløypa kommer egentlig fra Hysnes fort i Rissa, og har vært brukt for å søke etter fly på himmelen under 2. verdenskrig.

Speil av denne typen ble under krigen benyttet i store «lyskaster». Dette speilet har en diameter på 1,5 meter. Dersom en kraftig lyskilde plasseres i brenn-punktet, sender speilet ut en nesten parallell strålebunt. Denne kan bli svært kraftig, og f.eks. brukes til å lyse opp noe langt borte eller sende lyssignaler langt av gårde.

Lyskasteren på en bil- eller sykkellykt har et lite parabolspeil inni lykta.

Du har sikkert sett at mange bolighus er utstyrt med parabler. Dette er parabler som «forsterker» eller samler elektro-magnetiske bølger, og som gjør at vi kan motta radio- og TV-sendinger.



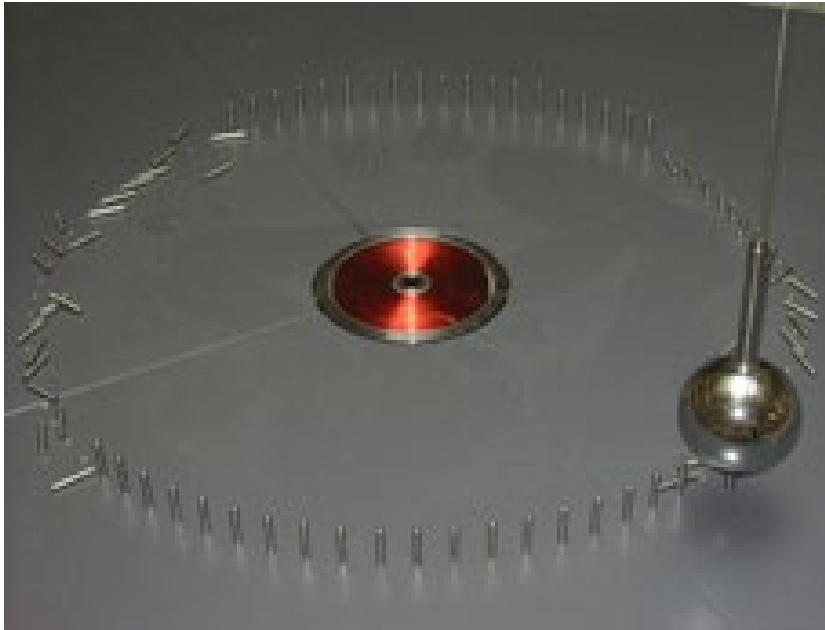
Også naturen gjør bruk av parabler. Hvis du f.eks. ser på ei reinrose, ser du hvordan den er formet for å samle lyset på gunstigste måte slik at støvbærerne i midten av blomsten får gode forhold.



## Foucaults pendel

### Mål

Foucaults pendelforsøk viser at jorda roterer om sin egen akse.



### Fremgangsmåte

Pendelen svinger frem og tilbake, og det ser ut som den dreier langsomt. Men det er ikke pendelen som dreier, den beholder sin svingeretning i forhold til stjernene. Det er bakken og jorda som dreier rundt pendelen!

Her i Trondheim tar en full syklus 26 timer og 46 minutter, og hvert tiende minutt vil pendelen slå ned en av de 81 stålpinnene som er satt opp i ring rundt pendelen.





## Forklaring<sup>5</sup>

Den 25 meter lange Foucaultpendelen som henger i Realfagbygget er Norges største, og den er en kopi av fysikeren Jean Bernard Léon Foucaults berømte demonstrasjon i Pantheon, Paris i 1851.

Foucaults pendelforsøk var den første laboratedemonstrasjon som viste at jorda roterer om sin egen akse. Dette er fortsatt det enkleste og mest visuelle bevis på jordens rotasjon. I sin demonstrasjon brukte Foucault et lodd på 28 kilo og pendelen var 67 meter lang.

Pendelen ved NTNU er en 40 kilo tung stålkule med en diameter på 20 centimeter og henger i en 25 meter lang wire. Dette gjør denne pendelen til en av de lengste og nordligste foucaultpendler i Europa.

Poenget med en Foucaultpendel er å demonstrere at jorden roterer. Forsøket er i prinsippet svært enkelt – vi tar en pendel, dvs. et lodd som henger i en snor, og setter loddet i svingninger. Vi vil se at pendelens svingeplan tilsynelatende dreier seg langsomt. Når pendelen er satt i svingning, vil den beholde sin svingeretning i forhold til stjernene, mens underlaget vil flytte seg når jorden roterer. I forhold til stjernene roterer jorden med en omdreining på 23 timer og 56 minutter. At det ikke er nøyaktig 24 timer kommer av at pendelen svinger i forhold til stjernene og vi anvender jordens rotasjon i forhold til stjernene og ikke til solen. Ved ekvator står pendelens svingeplan stille i forhold til underlaget. Her i Trondheim tar en full syklus 26 timer og 46 minutter.

For å vise rotasjonen tydelig vil pendelen hvert tiende minutt slå ned en av de 81 stålpinnene som er satt opp i ring under pendelen.

## Tips

Har gruppa di god tid? Ta dem gjerne med ned for å sette opp pinnene rundt pendelen

---

<sup>5</sup> Teksten er hentet fra <https://www.ntnu.no/fysikk/foucault>







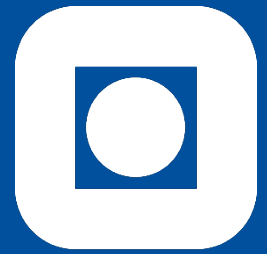
Heftet er en samling av oppgavene som er brukt under Fysikkløypa 2024.

I Fysikkløypa får elevene komme til NTNU Gløshaugen og utforske partikkelmodellen, faseoverganger, elektrisitet, magnetisme og lyd.

Fysikkløypa er den eldste av Realfagløypene ved NTNU og ble arrangert for første gang i forbindelse med fysikkens år i 2005. Etter LK20 har Ingrid Langdal revidert Fysikkløypa, og tilpasset oppgavene til den nye læreplanen. Den nye utgaven av løypa ble arrangert første gang i 2023.

Realfagløypene er støttet økonomisk av Fakultet for ingeniørvitenskap, Fakultet for naturvitenskap, Fakultet for informasjonsteknologi og elektroteknikk, Fakultet for økonomi, Trøndelag fylkeskommune og Samarbeidsforum.

Ingeborg Berg  
Prosjektleder for Realfagløypene  
Skolelaboratoriet ved NTNU  
E-post: [ingeborg.berg@ntnu.no](mailto:ingeborg.berg@ntnu.no)



NTNU

**Skolelaboratoriet**  
for matematikk, naturfag  
og teknologi  
[www.ntnu.no/skolelab](http://www.ntnu.no/skolelab)

**Institutt for**  
**elektroniske**  
**systemer**