

**SL**  
serien

*Berit Bungum og Peter van Marion (red.)*

## UTFORSKENDE AKTIVITETER I NATURFAG

22 praktiske ideer



**NTNU**

**Program for  
lærerutdanning**

**Skolelaboratoriet  
for matematikk,  
naturfag og teknologi**

## Tidligere utgitt i SL-serien

- Nr. 1, aug. 2003: Jan Ove Rein: **Hold og stell av vandrende pinner***
- Nr. 2, okt. 2003: Rossing, Stefansson, Bungum: **Elektronikk for skolen***
- Nr. 3, nov. 2003: Rossing, Kind: **Kreativitet og skaperglede***
- Nr. 4, aug. 2004: Rossing, Fagerli, Dinesen: **Teknologi i skolen, "Bygg et hus"***
- Nr. 5, sept. 2004: Karoliussen: **Fornybare energikilder** (utgått)*
- Nr. 6, apr. 2005: Næss: **Luft og strømninger***
- Nr. 7, des. 2005: Rossing: **Fra elektriske kretser til intelligente hus***
- Nr. 8, apr. 2006: Karoliussen: **Energi for framtiden***
- Nr. 9, juli 2006: Rossing, Kjeldstad: **Fysikkløypa ved NTNU***
- Nr.10, nov. 2006: Bungum: **Mekaniske leker: Prinsipper og ideer***
- Nr. 11, des. 2006: van Marion: **Feltarbeid i naturfag og biologi***
- Nr. 12, feb. 2007: Rossing, Fagerli: **Varmepumper og solfangere***
- Nr. 13, mai 2007: Sviland, Jensen, Moe, Borg: **Gråspurv, farskap og forskningsmetode***
- Nr. 14, aug. 2012: Persson: **Videoanalys i fysikundervisningen***
- Nr 15, juni 2013: Persson: **Astronomi – laborative moment***

**UTFORSKENDE AKTIVITETER  
I NATURFAG**

**22 PRAKTISKE IDEER**

ISBN 978-82-7923-068-7

ISSN 1503-9242

Trondheim 2014

Layout og redigering: Berit Bungum

Redaktører for SLserien: Nils Kristian Rossing  
Astrid Johansen  
Peter van Marion

Publikasjoner i skriftserien kan kjøpes  
ved henvendelse til:

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

Realfagbygget, Høgskoleringen 5

7491 Trondheim

E-post: [ellen.andrersson@plu.ntnu.no](mailto:ellen.andrersson@plu.ntnu.no)

Telefon: 73 55 11 43

[www.plu.ntnu.no/](http://www.plu.ntnu.no/)

# Utforskende aktiviteter i naturfag

## 22 praktiske ideer

Berit Bungum og Peter van Marion (red)



## Forord

Dette heftet inneholder 22 undervisningsideer for utforskende arbeid i naturfag. Disse spenner over mange ulike deler av naturfaget og kan tilpasses til ulike trinn. Felles for dem er at de tar utgangspunkt i 5E-modellen for utforskende undervisning, en modell hvor undring og elevers egne undersøkelser står sentralt. Vi håper at heftet vil inspirere lærere til å vektlegge utforskende arbeidsmåter i egen undervisning, og til å utvikle egne ideer for utforskende aktiviteter.

Heftet har blitt til ved en dugnadsinnsats ved Skolelaboratoriet. Vi har hentet ideer fra mange ulike kilder, og foruten oss som redaktører har følgende fagpersoner bidratt til innholdet: Nils Kristian Rossing, Per-Odd Eggen, Astrid Johansen, Bård Knutsen og Jonas Persson. Stor takk til alle!

Berit Bungum og Peter van Marion  
August 2014





# Innhold

<b>Utforskende arbeidsmåter i naturfag</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Hvorfor blir ikke geleen stiv?</b> .....	<b>12</b>
Enzymer.....	13
<b>2. Lys i trappen</b> .....	<b>14</b>
Kopling av brytere.....	15
<b>3. Påstand om vindmøller</b> .....	<b>16</b>
Vindmøller: mål og beregninger.....	17
<b>4. Påstand om jordrotasjon</b> .....	<b>18</b>
Jordrotasjon: størrelser og beregninger.....	19
<b>5. Er korteste vei den raskeste vei?</b> .....	<b>20</b>
Fart og akselerasjon i rett og krum bane.....	21
<b>6. I hva slags mat fins det stivelse?</b> .....	<b>22</b>
Påvisning av stivelse i mat.....	23
<b>7. På jakt etter antioksidanter</b> .....	<b>24</b>
Påvisning av antioksidanter med Klorin.....	25
<b>8. Hvor mye vann er det plass til på en tikrone?</b> .....	<b>28</b>
Overflatespenning og systematiske undersøkelser.....	29
<b>9. Turproviant</b> .....	<b>30</b>
Næringsinnhold og energiforbruk.....	31
<b>10. Hvilken eplesort skal vi velge?</b> .....	<b>32</b>
Forbrukervalg.....	33
<b>11. Når står sola høyest på himmelen?</b> .....	<b>36</b>
Solhøyde målt med et solur.....	37
<b>12. Fargerikt teselskap</b> .....	<b>38</b>
Hva bestemmer fargen på te?.....	39
<b>13. Fargerik mat</b> .....	<b>40</b>
Fargestoffer i mat.....	41
<b>14. På skråplanet</b> .....	<b>42</b>
Rulling på skråplan.....	43
<b>15. Kan vi måle hastigheten til nerveimpulser?</b> .....	<b>44</b>
Nerveimpulser og hastighet.....	45
<b>16. Hvilken form faller fortest i vann?</b> .....	<b>46</b>
Å lære av egne og andres erfaringer.....	47
<b>17. Hva veier mest, lufta eller Eiffeltårnet?</b> .....	<b>48</b>
Eiffeltårnet i en kasse: Beregninger.....	49

(forts. neste side)

<b>18. Et flytende fast stoff</b> .....	<b>50</b>
Ikke-Newtonske fluider .....	51
<b>19. Måling av lungevolum</b> .....	<b>52</b>
Lunger og lungekapasitet .....	53
<b>20. Rutherfords forsøk gjenskapt med plastelina</b> .....	<b>54</b>
Rutherford og vitenskapelig metode .....	55
<b>21. Kjønnforskjeller hos strandkrabber</b> .....	<b>56</b>
Strandkrabber i fjæra .....	57
<b>22. Fjærerur: På vift i fjæra</b> .....	<b>58</b>
Fysiologiske prosesser og temperatur .....	59
<b>Flere ideer og ressurser</b> .....	<b>60</b>

# Utforskende arbeidsmåter i naturfag

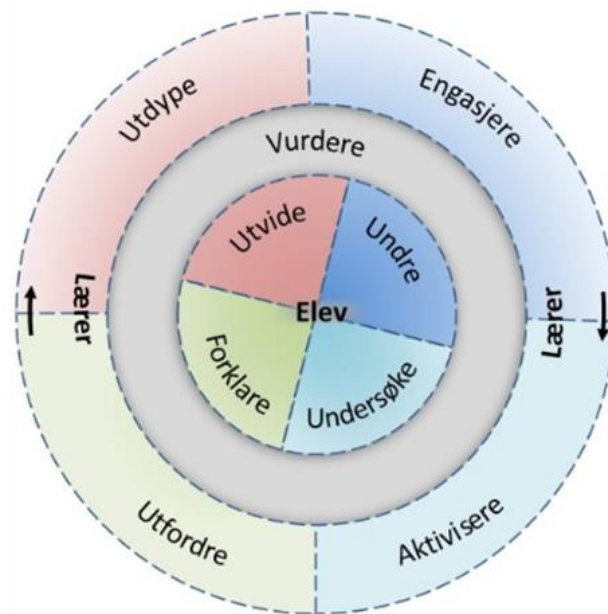
Utforskende arbeidsmåter er viktig i naturfag. For det første er naturvitenskapen i seg selv utforskende: Ny kunnskap etableres gjennom systematisk eksperimentering og observasjoner, men også gjennom diskusjon og argumentasjon. Hypoteser om hvordan ting henger sammen prøves ut ved å eksperimentere, men også ved å sammenholde med annen etablert kunnskap og motargumenter basert på både logikk og empiri. Elevene lærer at naturvitenskapelig kunnskap er solid, men ikke uforanderlig. En naturvitenskapelig holdning er spørrende og kritisk, men også respektfull overfor kunnskap vitenskapen har etablert.

For det andre representerer utforskende arbeidsmåter en fruktbar pedagogikk hvor elevene er aktive, får prøve ut egne ideer og diskutere både fagets innhold og metoder, og hvor de får trening i å anvende kunnskapene sine i ulike sammenhenger.

Det er viktig at naturfaget gir rom for at elevene er nysgjerrige og undrende. Men samtidig skal de få tilgang til de faglige kunnskapene faget har å tilby. I presentasjonen av ideer i dette hefte har vi derfor lagt vekt på hvilke begreper og hvilket faginnhold som kan inngå i undervisning basert på ideene.

Til grunn for utformingen av problemstillingene ligger *5E-modellen*. 5E står for «Engage, Explore, Explain, Extend, Evaluate». Vi har oversatt dette til Engasjere, Undersøke, Forklare, Utvide, Vurdere. Elevene skal bli *engasjert* i en problemstilling, de skal *undersøke* på ulike måter og gjøre forsøk på å *forklare*. Ved å bruke erfaringene og begreper i nye sammenhenger *utvider* de kunnskapen sin. Resultatene må hele tiden *vurderes* i lys av hva eleven kan fra før.

Selv om elevene skal være aktive og få mulighet til å prøve ut egne ideer spiller læreren en vesentlig rolle. Det er læreren som må bringe inn den kunnskapen naturfaget står for. Figuren på neste side illustrerer hvordan vi ser begrepene i 5E-modellen i sammenheng, og hvordan det læreren gjør skal sette i gang prosesser hos eleven.



*5E-Modellen i denne form er utviklet av Bodil Svendsen og Bård Knutsen.*

Tanken bak figuren er at læreren engasjerer elevene ved å vise et fenomen eller presenterer en problemstilling som skaper undring hos eleven. Deretter er det læreren som aktiviserer eleven til å gjøre egne undersøkelser. Eleven utfordres av læreren til å komme med egne forklaringer, som gjerne trengs å utfordres på nytt. Læreren utdyper det naturfaglige innholdet, og utvider den til å bli mer generell gjennom diskusjoner, bruk i andre situasjoner og i nye problemstillinger. Dette gir grunnlag for å gi abstraksjoner et innhold, og for at eleven gjør kunnskapen til sin egen og etablerer robuste faglige begreper.

Ideene i dette heftet er ikke ferdige undervisningsopplegg. De er nettopp ideer som kan brukes på ulike måter og på ulikt nivå. Derfor har vi ikke angitt konkrete læringsmål eller struktur for undervisningen.

Et forsøk eller diskusjon av en problemstilling kan ha som hensikt å introdusere et tema og skape behov for fagbegreper og en dypere forståelse, eller det kan brukes for å utfordre elevene til å ta i bruk kunnskap i nye situasjoner. Vi har derfor bare angitt hvilke faglige begreper og sammenhenger som er relevante for å løse oppgaven fundert på naturfaglig kunnskap. Hvordan ideene skal brukes i klasserommet må du som lærer selv vurdere. Om undervisningen blir utforskende eller ikke avhenger også av hvordan du vinkler opplegget; ideene i seg selv gir ingen oppskrift for utforskende undervisning.

På siste side i hefte finner du en oversikt over aktuelle artikler fra tidsskriftet *Naturfag* som tar for seg flere ideer og perspektiver på utforskende arbeidsmåter i Naturfag.

Vi håper at ideene vi presenterer vil være inspirerende, og at de vil bidra til å gi undervisningen din en utforskende «vri» i naturfag!



*Utforskende arbeid i naturfag kan foregå som praktiske forsøk, men også som samtale, beregninger og argumentasjon.*

# 1. Hvorfor blir ikke geleen stiv?



**Har du prøvd å lage gele med fersk ananas eller kiwi? Geleen blir ikke stiv. Hva kan dette skyldes?**

## **Problemstilling**

Hva inneholder disse fruktene som gjør at geleen ikke blir stiv?

## **Begreper og faginnhold**

Enzymer er store "verktøymolekyler" som øker farten til kjemiske reaksjoner. Med dette forsøket kan man se virkningen av et enzym som "klipper opp" proteiner eller polysakkarider, og man kan se forskjellen når enzymet mangler eller er ødelagt.

## **Utstyr / ressurser**

Gelatin (pulver eller plater), frisk kiwi, ananas, sitron og andre frukter

## **Utforsk**

Skyldes fenomenet at frukten er sur? Undersøk om geleen blir stiv med sitron og andre sure frukter.

## **Utvid**

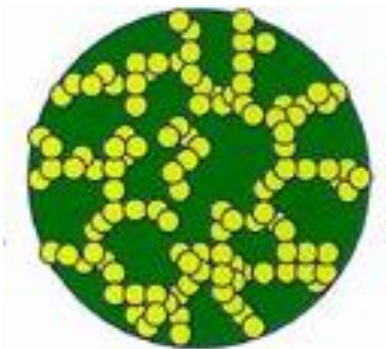
Er det noe vi kan gjøre for å kunne lage stiv gele med kiwi eller ananas?

Test om ananas og kiwi inneholder flere typer enzymer, for eksempel om de kan bryte ned både gelatinbasert gele (gelatin er proteiner) og såkalt hurtig-gele som er laget med polysakkarider.

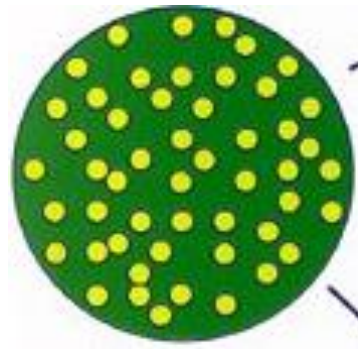
## Enzymer

Lag fruktgele med 1 plate gelatin og en teskje sukker per dl vann. Vannet må varmes opp til gelatinen er fullstendig oppløst. Fordel geleløsningen i porsjonsbegre. Tilsett en type frukt i hvert beger, for eksempel appelsin, sitron, halve druer, fersk ananas, fersk kiwi og hermetisk ananas. La geleen stivne i kjøleskap og sammenlikn geleen i ulike begre. Hvis det ikke er særlig forskjell kan det være nødvendig å la geleen stå over natta.

Både ananas, kiwi og papaya inneholder enzymer som bryter ned proteinene som gjør gele stiv. Disse proteinene virker omtrent som et gitter som holder vannet på plass, og når fibrene i dette gitteret blir brutt ned, vil det hele bli flytende.



*I gele holdes vannet på plass av proteiner eller polysakkarider.*



*Enzymer kan klippe disse opp i korte biter slik at geleen blir flytende.*

Enzymene blir ødelagt av varme. Siden hermetisk ananas har vært varmet opp, er den fin å bruke i gele. I forsøket kan man varme kiwiskiver (for eksempel i mikrobølgeovn eller ved å la skivene ligge i kokende vann en stund) og sammenlikne resultatet ved bruk av fersk og kokt kiwi.

Test gjerne om det er andre forhold som påvirker gelen: hvor sur frukta er, hvor mye sukker man har i eller andre forhold.

## 2. Lys i trappen



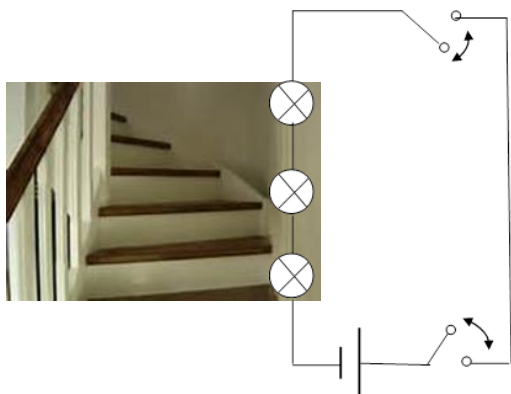
Herr og fru Nilsen trenger lys når de går i trappen i huset sitt. De har soverom i 2. etg, og vil ha lyset i trappen slukket både om natten og om dagen. Derfor trenger de å kunne slå lyset av og på, både nederst og øverst i trappen. Men herr og fru Nilsen er ikke alltid oppe og nede til samme tid. Hvordan kan vi kople brytere for å løse dette?

<b>Problemstilling</b>	Vi lager en modell med batterier og lyspærer. Hvordan kan vi kople en krets slik at man kan slå lyset av og på med én bryter i hver ende av trappen?
<b>Begreper og faginnhold</b>	Sluttet krets, parallellkopling, brytere. Oppgaven gir erfaring med hvordan vi kan få til ønsket virkemåte ved å endre <i>hvor</i> strømmen går i en krets.
<b>Utstyr / ressurser</b>	Lamper og lampeholdere, ledninger, batterier, brytere og vendere (som har to strømførende posisjoner)
<b>Utforsk</b>	Hvorfor vil det ikke fungere bare med en av/på-bryter oppe og nede? Hvordan kan vi konstruere en krets som løser problemet?
<b>Utvid</b>	Koplingen kan brukes i modellhus, gjerne med lysdioder.  Det finnes brytere som kan endre strømretningen, slik at for eksempel en bilmodell med elektromotor kan gå både framover og bakover. Tenk ut hvordan slike brytere kan være koplet inni!



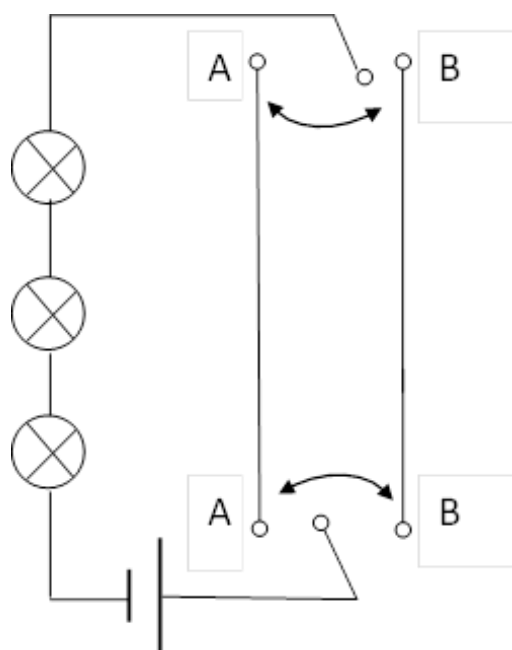
## Kopling av brytere

Diskuter først hva som er problemet med bare å sette én bryter i hver ende:



Når herr Nilsen slår av lyset oppe er kretsen brutt og fru Nilsen kan ikke skru på lyset nede når hun skal gå opp trappen for å legge seg.

En mulig løsning på problemet er en parallell-kopling med en vender (bryter med to strøm-førende posisjoner) i hver ende. Kretsen er sluttet og det blir lys i lampene når begge venderne er koplet til A. Det blir også lys om begge er koplet til B. Fru Nilsen kan dermed slå av eller på lyset nede uansett hvilken posisjon venderen oppe har! Kontroller at det fungerer i andre situasjoner.



La elevene eksperimentere. Kanskje kommer de fram til andre løsninger? Noen løsninger vil kreve to batterier i kretsen. Diskuter hvorfor de ulike løsningene fungerer, eller kanskje ikke fungerer etter hensikten.

Lampene kan selvsagt også være parallellkoplet. Det vil gi et riktigere bilde av koplingene i strømmettet hjemme.

### 3. Påstand om vindmøller



**Det påstås at på en vindfull dag på kysten kan det passere over ett tonn med luft forbi vingene i en middels stor vindmølle, hvert sekund!**

**Problemstilling**

Kan dette være riktig?

**Begreper og faginnhold**

Elevene får trening i beregninger med areal, volum, tetthet og hastighet, og å knytte fysiske størrelser til matematikk i praktiske problemstillinger. De blir også kjent med størrelser for vindhastighet og dimensjonene i en vindmølle.

**Utstyr / ressurser**

Kalkulator og tilgang til opplysninger om vindmøller og vindhastigheter.

**Utforsk**

For at oppgaven skal være utforskende bør elevene selv finne ut hvordan de skal løse oppgaven, og finne fram til de relevante opplysningene.

**Utvid**

Opgaven kan utvides til energiproduksjon i vindmøller, og hvilke enorme krefter som virker på rotorbladene.

## Vindmøller: Mål og beregninger

Fra media overøses vi av argumentasjon som baserer seg på påstander om ulike forhold. Oppgaver hvor elevene skal vurdere riktigheten av slike påstander kan være konstruktivt for å utvikle en sunn skepsis og tro på at man kan bruke egne kunnskaper til å vurdere påstandene.

For å kunne vurdere påstanden om vindmøllene har vi bruk for noen størrelser:

- Hvor fort går vinden en vindfull dag på kysten?
- Hva er egenvekt (massetetthet, masse pr volum) til luft?
- Hvor stor er egentlig en middels stor vindmølle?

Å ta stilling til påstander i media vil innebære å finne ut hva som er realistiske verdier å regne med, i dette tilfelle for vindhastighet og dimensjonene til en vindmølle. Med andre verdier, som også kan være realistiske, vil vi kunne få en helt annen konklusjon! La elevene selv vurdere hvilke verdier de vil bruke.

La oss her anta at det er stiv kuling. Dette tilsvarer en vindhastighet på ca 15 m/s. Luftas egenvekt er ca 1.3 kg/m<sup>3</sup> ved 0°C.

Elevene kan lete opp informasjon om vindmøller, og bestemme seg for hva som kan betegnes som en «middels stor» mølle.

Vi kan som eksempel anta at vindmøllen har rotorblader på ca 30 meter. Dette blir **radius** i sirkelflaten rotorbladene sveiper over. **Arealet** av en sirkel er  $\pi \cdot r^2$ , så denne flaten blir  $3.14 \cdot (30 \text{ m})^2 = 2826 \text{ m}^2$ .

Fra dette arealet og vindhastigheten finner vi hvor stort **volum** luft som passerer vindmølla i løpet av ett sekund:

$$2826 \text{ m}^2 \cdot 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 42390 \text{ m}^3$$

Siden 1 m<sup>3</sup> luft veier 1.3 kg blir dette ca 55 tonn luft pr sekund, altså mye mer enn det som ble påstått!

## 4. Påstand om jordrotasjon



**Noen mener at på grunn av jordrotasjonen beveger en person ved ekvator seg med flere hundre km i timen! Kan dette være riktig?**

### **Problemstilling**

Finn ut om dette kan stemme!

### **Begreper og faginnhold**

Begreper som inngår er jordrotasjon, radius, omkrets, døgn og hastighet. Elevene får trening i å gjøre beregninger med disse størrelsene, og det forunderlige resultatet gir grunnlag for undring og videre diskusjon om fysikkens lover i universet.

### **Utstyr / ressurser**

Blyant og papir, kalkulator, tilgang til oppslagsverk eller internett for å finne de aktuelle størrelsene

### **Utforsk**

For at oppgaven skal være utforskende bør elevene selv finne ut hvilke størrelser de trenger for å løse oppgaven.

### **Utvid**

Hva blir hastigheten andre steder på jorda, f eks der du bor? Her må vi bruke en annen radius, hvordan finner vi den? Hva med polene?

For fysikkelever på vgs: Er Newtons lover virkelig gyldige i et roterende referansesystem?

## Jordrotasjon: Størrelser og beregninger

For å finne ut om påstanden er riktig må vi finne hastigheten til et punkt ved ekvator. Da må vi vite hvor langt punktet beveger seg på en gitt tid. Vi tar utgangspunkt i et døgn (24 timer). På denne tiden beveger punktet seg en hel sirkel med samme radius som jorda. Vi må finne omkretsen av denne sirkelen.

Jordradius er ca 6365 km.

Vi finner ut hvor langt det er rundt jorda ved ekvator:

Omkrets av en sirkel med radius  $r$  er

$$2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3.14 \cdot 6365 \text{ km} = 40\,000 \text{ km}$$

Denne avstanden må tilbakelegges i løpet av 24 timer. Hastigheten (strekning pr time) blir da  $40\,000 \text{ km} / 24 \text{ timer} = 1666 \text{ km /t}$ .

Hastigheten er enda høyere enn påstanden sier!

Hvordan kan det ha seg at vi ikke opplever å være i fart, når vi farer av gårde i denne hastigheten? Hvorfor blir vi ikke kastet av jorda?

Ville vi blitt tyngre eller lettere dersom jorda plutselig stoppet opp?

## 5. Er korteste vei den raskeste vei?



**To kuler skytes ut samtidig med samme hastighet. Den ene går i en bane rett fram. Den andre går i en dump. Hvem vinner?**

### **Problemstilling**

Hvilken kule kommer forrest til den andre enden av banen? Eller kanskje de kommer samtidig?

### **Begreper og faginnhold**

For å forklare resultatet må man ta hensyn til fart, akselerasjon og energibevaring. Fysikkelever kan gjøre beregninger eller analysere situasjonen grafisk (bruk et v-t diagram hvor strekning blir arealet under grafen).

### **Utstyr / ressurser**

Video av forsøket er tilgjengelig på nettet fra [www.physics.umd.edu/lecdem/services/demos/demosc2/c2-11.htm](http://www.physics.umd.edu/lecdem/services/demos/demosc2/c2-11.htm)

### **Utforsk**

I denne oppgaven får man «fasiten» på spørsmålet umiddelbart når man starter videoen. For å utforske fenomenet må elevene få diskutere situasjonen både før og etter de får se videoen.

La elevene lage hypoteser og begrunne dem. Hvorfor tror du at den ene ballen vinner, eventuelt at de kommer like raskt fram? Diskuter argumenter for ulike synspunkt.

### **Utvid**

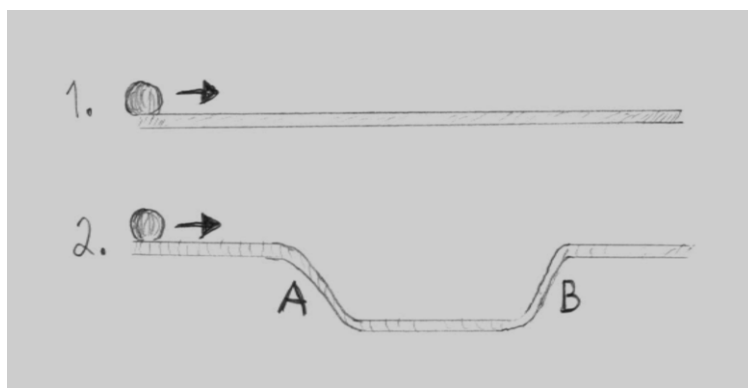
Har det noe å si for resultatet om avstanden mellom A og B er mindre, dumpen er dypere eller banene har betydelig rullemotstand?

## Fart og akselerasjon i rett og krum bane

Ballen som går i en dump vinner!

Når ballen i bane 2 i figuren kommer til A akselererer den i nedoverbakken. Mellom A og B har ballen derfor høyere fart enn ballen som går rett fram. Hvis mekanisk energi er bevart (ingen energitap underveis) vil ballen ha samme fart etter B som den hadde før A. Mellom A og B holder den høyere fart enn ballen i bane 1, og dette oppveier at den har en lenger vei å gå.

For å bli overbevist om dette, kan man betrakte bevegelsen i  $x$ -retning (horisontalt) og  $y$ -retning (vertikalt) hver for seg. I begge banene skal kula tilbakelegge den samme horisontale strekningen. Siden dumpen gir større fart - også i  $x$ -retning - vil den gjennomsnittlige farten i  $x$ -retning være større enn for banen uten dump. Større gjennomsnittsfart på samme strekning gir kortere tid!



Til videre diskusjon:

- Vil ballen i den krumme banen alltid vinne, uansett utforming av banen?
- Hva hvis det er betydelig rullemotstand? (Når noe ruller snakker vi i fysikken om rullemotstand i stedet for friksjon; uten friksjon ville kula skli, ikke rulle.) Med stor rullemotstand vil ballen tape energi og kanskje ikke komme opp bakken i B. Da vinner jo opplagt ballen i bane 1.

## 6. I hva slags mat fins det stivelse?



Med en jodløsning kan du undersøke om en matvare inneholder stivelse. Den sterke blåfargen du får forteller at det er mye stivelse i for eksempel potet!

<b>Problemstilling</b>	I hvilke matslag finner vi stivelse?
<b>Begreper og faginnhold</b>	Påvisning av næringsstoffer, indikator, stivelse, karbohydrater.
<b>Utstyr / ressurser</b>	Dråpetellere, kniv, reagensrør eller målesylinder (10 ml), stivelse (potetmel og rå potet), jodløsning, ulike matvarer
<b>Utforsk</b>	Aktiviteten blir utforskende når elevene selv foreslår matvarer de skal teste for stivelse. Hensikten er altså ikke først og fremst å forstå hvordan jod-stivelsestesten virker. Den er her kun et "instrument". Erfaringen elevene får ved å gjennomføre testen på potet eller potetmel, skal de bruke til å utforske i hvilke matslag de kan påvise stivelse. Et verdifullt moment er at elevene setter opp hypoteser før de utfører testene.
<b>Utvid</b>	Under "Påvisning av næringsstoffer", kan elevene også lære å teste matvarer ved hjelp av Fehlings-testen og Biuretttesten. Interessante spørsmål til drøfting er hva en indikator er, og hva den brukes til. En vil også kunne gå nærmere inn på de kravene en må stille til prosedyrer i vitenskapelige tester.



## Påvisning av stivelse i mat

Skjær en skive av en rå potet og drypp noen dråper av jodløsningen på snittflaten. Alternativt kan man lage en løsning av potetmel (bland en halv teskje potetmel i et reagensrør halvfullt med vann, rist godt) og tilsette noen dråper av jodløsningen. Jod-stivelsesreaksjonen er ikke en kjemisk reaksjon. Den er mer av fysisk art: de lange stivelsesmolekylene er spiralsnodd og jodmolekylene legger seg inn i spiralen. Dette gir en lysbryting som gjør at vi oppfatter fargen som blå. Ved oppvarming strekker stivelsesmolekylene seg, og da virker ikke jod-stivelsestesten.

Når elevene tester ulike matvarer, vil de fort oppdage at kornprodukter (brød, knekkebrød, pasta) og matslag som inneholder potet eller potetmel, inneholder mye stivelse. Bær og frukt inneholder mye karbohydrater, men ikke som stivelse. Det kan være interessant å gjøre forsøk hvor man sammenlikner innholdet av stivelse i ulike frukter og rotgrønnsaker (inkl. potet).

## 7. På jakt etter antioksidanter



**Vi kan lese mye om betydningen av antioksidanter for vår helse, og alle vet at det er sunt å spise frukt og bær fordi det gir oss mye antioksidanter. Kan vi undersøke selv hva som inneholder antioksidanter?**

<b>Problemstilling</b>	Hvor finner vi mest antioksidanter? Er det bare i frukt og bær vi finner oksidanter?
<b>Begreper og faginnhold</b>	Antioksidanter, redoksreaksjoner (oksidasjon), næringsstoffer, undersøke antioksidativ virkning, sammenlikne matvarer
<b>Utstyr / ressurser</b>	2 små begerglass 1 vannglass Teskje eller dråpeteller Vattpinner Konditorfarge Natriumhypokloritt (Klorin eller lignende produkter) C-vitamin (for eksempel brusetabletter 1000 mg)
<b>Utforsk</b>	Gjør først de innledende forsøkene beskrevet på siden til høyre. Da har elevene lært hvordan de kan påvise en antioksyderende virkning. La dem så bytte ut C-vitamin med andre stoffer de vil undersøke og sammenlikne.
<b>Utvid</b>	Har for eksempel ferskhet (tilgang til luft), frysing, sukring, koking etc noe å si for den oksidative virkningen? Brunfarging av oppskåret epler og annen frukt skyldes oksidasjon. Kan vi bruke antioksidanter for å hindre at dette skjer?

## Påvisning av antioksidanter med Klorin

### Natriumhypokloritt (Klorin)

Vi har valgt å bruke klorin, fordi det er et stoff med meget sterk oksiderende/ oksidativ virkning, og det er noe de fleste elevene kjenner igjen fra hjemmet. De fleste vet at klorin brukes til bleking, rengjøring og desinfeksjon. Det er nettopp klorinets sterke oksiderende virkning som gjør at organiske molekyler i bakterier og virus blir ødelagt, og at fargestoffer mister sine egenskaper.

Natriumhypokloritt (klorin) er en oksidant, det vil si et stoff med oksiderende virkning på andre stoffer. Vi kan si at natriumhypokloritt stjeler elektroner fra andre stoffer.



### Innledende forsøk

Ha ca. 15 ml (ca. en spiseskje) vann i de to begerglassene og drypp i konditorfarge til du får en tydelig farge, omtrent som i utblandet husholdningssaft.

La en halv C-vitamintablett bruse i et glass vann og tilsett 2–3 teskjeer (ca. 10 - 15 ml) av C-vitaminløsningen til det ene begerglasset med vann og konditorfarge.

Dypp en vattpinne i natriumhypokloritt (Klorin) og rør ut i det ene begerglasset. Bruk en ny vattpinne og gjør det samme i det andre begerglasset.

### Klorin og C-vitamin

Det innledende forsøket med Klorin og C-vitamin er et eksempel på hvordan antioksidanter virker: en antioksidant lar seg oksidere ("ofrer seg"), og dette kan beskytte andre stoffer mot å bli oksidert. Vi kan lett se at det skjer: konditorfargen som normalt raskt blir frastjålet elektroner av Klorin og dermed mister fargen, er nå beskyttet og beholder fargen så lenge det er nok antioksidant (her: C-vitamin) til stede.

### Er antioksidanter næringsstoffer?

Antioksidanter er viktige i næringen vår, men etter de strengeste definisjoner på næringsstoffer, er de ikke så lett å plassere som næringsstoffer. Flere viktige antioksidanter er vitaminer (vitamin C og E) eller provitaminer (betakaroten).

Andre antioksidanter, som polyfenolene i kaffe og te, hører verken til vitaminene eller noen av de andre hovedgruppene av næringsstoffer. De hører til en egen gruppe organiske stoffer som verken er karbohydrater, fett eller proteiner.

Antioksidanter er ikke det samme som enzymer. Enzymer deltar ikke selv i reaksjoner, mens antioksidantene deltar i reaksjonen og "ofrer seg". Antioksidantene blir altså brukt opp. Når all antioksidant er brukt opp, er det ingen beskyttelse mot det oksiderende stoffet lenger.

### **Antioksidativ virkning**

Det er vanskelig å hevde at vi i dette forsøket måler mengden antioksidanter. Det vi måler er hvor sterk den antioksidative virkningen er i de enkelte næringsstoffene vi undersøker. Det er verdt å merke seg at stoffer som kaffe og te (spesielt grønn te!) har overraskende høy antioksidativ virkning.

### **Kvantitativ tilnærming**

Ved hjelp av en standard C-vitaminløsning (som beskrevet foran), kan en sammenlikne og kvantifisere innholdet av antioksidanter i forhold til andre næringsstoffer, for eksempel som C-vitaminenheter.



*Undersøk om høstens blåbærfangst holder  
løftene om høyt innhold av antioksidanter!*

## 8. Hvor mye vann er det plass til på en tikrone?



**Vannets overflatespenning gjør at vi kan få vann til å ligge i en «haug» på en mynt. Hvor mange dråper vann blir det plass til på en tikrone før det renner over? Kan vi måle dette på en pålitelig måte?**

<b>Problemstilling</b>	Når alle i klassen gjør samme eksperiment, hvorfor får ikke alle samme resultat?
<b>Begreper og faginnhold</b>	Forsøket illustrerer vannets overflatespenning. Men hensikten her er å illustrere ulikhet i måleresultatene og dermed pålitelighet i undersøkelser. Dette kan brukes til å bevisstgjøre elevene på at en rekke faktorer påvirker resultatet av forsøk.
<b>Utstyr / ressurser</b>	Tikronemynter, vann, dråpeteller (pipette).
<b>Utforsk</b>	<p>Bruk dråpeteller til å dryppe vann på en tikrone. Tell hvor mange du får plass til før vannhinnen sprekker. Får de andre i klassen samme antall? Undersøk hvor konsistente resultatene blir.</p> <p>Undersøk og diskuter betydningen av ulike faktorer som kan påvirke resultatet. Hvordan kan vi for eksempel teste om dråpetellere gir like store dråper?</p>
<b>Utvid</b>	<p>Hvordan kan vi sette opp kriterier for målingene slik at de gjøres konsistent? På hvilke måter vil resultatene avhenge av slike kriterier i andre typer forsøk?</p> <p>Forsøk med mynter av ulik størrelse. Hvilken sammenheng er det mellom myntens areal og antall dråper som får plass?</p>

## Overflatespenning og systematiske undersøkelser

Vann har sterk overflatespenning på grunn av dipolegenskapene til vannmolekylet. Forsøket illustrerer godt hvor sterk denne effekten er. Man kan også vise at såpe i vannet svekker overflatespenningen.

Men slik vi foreslår forsøket her, er hensikten å bevisstgjøre elevene på ulike kilder til usikkerhet i forsøksresultater, og hvor viktig det er å ha klart definerte størrelser og måleprosedyrer for å få pålitelige resultater.

Det kan være individuelle forskjeller i hvor stødig man klarer å plassere de siste dråpene. Konkurranseselementet er ikke vesentlig her, men man kan diskutere (og teste) om det har betydning hvem som slipper dråpene.

Spiller det noen rolle hvordan og hvor man slipper dråpen på mynten? Har det noe å si om det er fett eller annen forurensing på myntene? Hvordan kan vi vite om alle dråpene er like store? Er det forskjell på dråpetellere? Gir de like stor dråpe hver gang? Hvordan kan vi måle dette?

Når elevene er enige om kriterier, som for eksempel å bruke samme dråpeteller og hvordan det skal dryppes, kan de undersøke om resultatene nå blir mer konsistente.

## 9. Turproviant



Du skal på en tredagers fottur og må bære med deg alt du behøver underveis. Du kan pakke 18 kg i sekken. Klær og utstyr utgjør 12 kg, så du har 6 kg tilgjengelig for mat. Vann finner du underveis. Hva vil du pakke i sekken?

<b>Problemstilling</b>	Hva bør sekken inneholde av mat for at du skal ha det godt og klare turen?
<b>Begreper og faginnhold</b>	Næringsinnhold i mat, karbohydrater, proteiner, energi, forbrenning, fordøyelse, næringsopptak
<b>Utstyr / ressurser</b>	Innholdsdeklarasjon for matvarer, matvaretabell
<b>Utforsk</b>	<p>La elevene komme med umiddelbare forslag til proviant, og deretter dele ideer og begrunne valg. La dem deretter undersøke næringsinnhold i matvarene de har valgt, og sammenlikne med anbefalinger og anslag for energiforbruk.</p> <p>La elevene justere forslagene sine, men husk grensen på 6 kg!</p>
<b>Utvid</b>	Hva bør vi spise for å prestere godt ved en eksamen? Eller for å løpe et 3000 meters konkurranseløp? Hvilke andre hensyn bør vi ta for å ha et sunt daglig kosthold på lengre sikt?



## Næringsinnhold og energiforbruk

Næringsinnhold i matvarer fins i matvaretabellen: [www.matvaretabellen.no](http://www.matvaretabellen.no)

Omtrentlig energiforbruk pr time ved ulike aktiviteter:

Sove, hvile:	310 kJ (74 kcal)
Sittende arbeid:	460 kJ (110 kcal)
Vanlig gange:	1260 kJ (300 kcal)
Jogging 10 km/t:	4032 kJ (960 kcal)
Løping 16 km/t:	4790 kJ (1140 kcal)

Olympiatoppen har ressursider om idrettsernæring:  
[www.olympiatoppen.no/fagomraader/idrettsernaering/](http://www.olympiatoppen.no/fagomraader/idrettsernaering/)



*Riktig mat er viktig for at turen skal bli en god opplevelse!*

## 10. Hvilken eplesort skal vi velge?



Skolen skal kjøpe inn frukt til elevene, og de får være med og bestemme hvilken eplesort som skal kjøpes inn.

### **Problemstilling**

Hvilken eplesort bør vi velge?  
Hvilke hensyn bør vi ta før vi bestemmer oss?

### **Begreper og faginnhold**

Næringsinnhold, bærekraftig utvikling, økologisk og konvensjonell produksjon av matvarer, import og «kortreist» mat

### **Utstyr / ressurser**

Ulike eplesorter for smaksprøver, informasjon fra dagligvarebutikker, nettsøk

### **Utforsk**

La elevene undersøke hvilke eplesorter som fins i butikker i nærområdet. Ta med informasjon om produksjonssted og pris.  
La elevene formulere kriterier for hvilken eplesort de vil velge, og begrunne kriteriene.

### **Utvid**

Hvilke fordeler har «kortreist» mat? Hva innebærer betegnelsen «økologisk» i matvaresammenheng? Har «kortreist» og «økologisk» betydning for næringsinnholdet i maten? Hva avgjør hvilke valg vi gjør i hverdagen? Hvilke eplesorter dyrkes i vårt nærområde, og hvilke sorter ble dyrket i tidligere tider?

## Forbrukervalg

Oppgaven kan gjøre elevene bevisst på de ulike valg vi tar som forbrukere. Smak er individuelt, men vi må også ta hensyn til kostnadene, både økonomisk og på andre måter. Bør vi bidra til mindre transport og dermed mindre skade på miljøet ved å kjøpe lokalt dyrkede matvarer? Hvor mye er vi villige til å betale for det? Hvilket ansvar har hver enkelt av oss for bærekraftig utvikling gjennom valg vi gjør i hverdagen? Bør vi betale for å bidra til å redusere vårt «økologiske fotavtrykk»?

Økologisk landbruk er en driftsform som blant annet innebærer at det ikke brukes kunstig gjødsel eller syntetiske plantevernmidler. Elevene kan undersøke hva dette helt konkret har å si for epledyrking. Blir avlingene mindre? Blir eplene dyrere eller mindre holdbare? Blir smaken bedre?

På de neste sidene har vi tatt med beskrivelser av fire eplesorter som man får kjøpt i mange norske butikker. Elevene kan utvikle vurderingskriterier og et poengsystem for å sammenlikne eplesortene. Skal hvert kriterium telle like mye?

Elevene kan også undersøke hvilke eplesorter som dyrkes i nærområdet sitt, og hvilke eplesorter som var vanlige i tidligere tider. Ofte får man ikke kjøpt lokalt dyrkede epler i matvarebutikken. Kanskje elevene kan undersøke hvorfor det er slik?

Tilsvarende undersøkelser og diskusjoner kan gjøres med andre produkter: Bør vi kjøpe norske tomater dyrket i drivhus heller enn importerte tomater som er modnet i sol rundt Middelhavet? Bør vi spise mindre kjøtt av hensyn til miljøet globalt? Naturvitenskapen kan ikke gi fasitsvar på slike spørsmål, men den gir kunnskap som sammen med etiske verdier bidrar til at man kan gjøre seg opp en mening og ta beslutninger, både politisk og i den enkeltes hverdag.



## Granny Smith

**Spiseeple, drikkeple, bakeple, kokeple; Granny Smith er eplet til alt godt!**

Granny smith er et saftig eple med frisk og syrlig smak. Det er godt naturell, men egner seg også svært godt til matlaging med sitt høye syreinnhold.

I salater vil du oppdage at det gir både syre, sødme og "crunch" i tillegg til at det holder lenge på fargen. Det egner seg også godt i paier, eplesauser og ikke minst til juice. For friskpresset eplejuice er noe helt annet enn den du kjøper på kartong.

**Produksjonssted:** Syd Tyrol/ Italia

**Produksjonsform:** Konvensjonell



## Pink Lady

**Det eksklusive Pink Lady-eplet sies å være verdens beste eple - en perfekt balanse mellom sødme og syrlighet. Stemmer det? Smak selv!**

Pink lady-eplet er eksklusivt og populært. Denne relativt nye eplesorten fra Australia hevdes å være blant verdens beste epler.

Eplet er velduftende og har en svært søt, aromatisk smak. Balansen mellom syrlighet og sødme er nærmest perfekt.

Pink lady-eplene er meget gode å spise naturell. De egner seg også godt i salater, til ost og også til varmebehandling. Men det er nesten synd å koke eller bake dette eplet. Det er jo en smaksopplevelse i seg selv.

**Produksjonssted:** Sør-Europa

**Produksjonsform:** Konvensjonell



## Red Delicious

**Vakkert og skinnende rødt! Red Delicious er uimotståelig vakkert og selve symbolet på det fristende eplet. Spis det med god samvittighet, for epler er supermat!**

Red Delicious er et ganske stort eple med litt avlang form. Skallet er mørkerødt og kraftig. Eplet er sprøtt, med hvitt og saftig fruktkjøtt og en søt og god aroma.

Red delicious egner seg best å spise naturell, eller i salater og som tilbehør til ost.

Skal du derimot varmebehandle epler, bør du finne en sort med høyere syreinnhold som for eksempel Aroma, Gravenstein eller Braeburn.

**Produksjonssted:** Argentina  
**Produksjonsform:** Konvensjonell



## Discovery

**Syrlige og aromatiske Discovery smaker utrolig godt i salater, i kombinasjon med ristet fenalår og valnøtter. Himmelsk!**

Discovery er en relativt ny eplesort i Norge. Det er et saftig og syrlig eple og fruktkjøttet er hvitt og sprøtt. Eplet er middels stort, rundt og velformet med skinnende rød dekkfarge.

Det er deilig å spise som det er, men passer også godt i salater og til juice.

Skal du imidlertid varmebehandle eplene, og det er det mange gode grunner til, så bør du velge en annen sort. Aroma, Gravenstein og Summerred er norske epler med god syre som egner seg godt til steking og baking.

**Produksjonssted:** Norge  
**Produksjonsform:** Økologisk

## 11. Når står sola høyest på himmelen?



**Siden jorda roterer om sin egen akse ser sola ut til å bevege seg over himmelen. Vi vet at sola står høyest på himmelen «midt på dagen», men når er dette egentlig? Hvor stor forskjell er det mellom ulike steder i samme tidssone?**

### **Problemstilling**

Når står sola høyest på himmelen?

### **Begreper og faginnhold**

Solhøyde, døgn, årstider, tidssoner

### **Utstyr / ressurser**

Pinne, linjal / målebånd, klokke, solskinn!

### **Utforsk**

Konstruer et enkelt solur ved å slå en pinne ned i bakken slik at den ikke kan forskyve seg. Mål lengden av skyggen pinnen kaster. Hvordan kan vi finne ut når på dagen sola står høyest?

### **Utvid**

Er tidspunktet når sola står høyest det samme gjennom hele året?

Hvor mye varierer tidspunktet mellom ulike steder i landet eller andre land i samme tidssone? Hvorfor er tidssonene definert som de er?

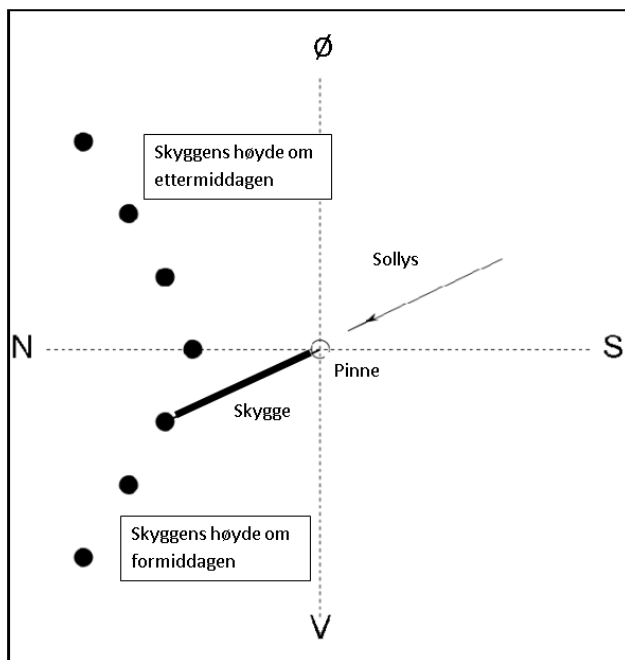
Temaet kan knyttes til navigasjon på sjøen i tidligere tider, for eksempel gjennom vikingenes solkompass.

For elever i videregående som kan nok matematikk: Hvordan kan vi finne solhøyden fra skyggens lengde?

Hvor stor forskjell er det på solhøyden sør og nord i landet?

## Solhøyde målt med et solur

Soluret er trolig et av de eldste astronomiske instrumentene som har blitt brukt av mennesker. Du kan lage et enkelt solur ganske enkelt ved å slå en pinne ned i bakken. Når sola skinner kaster pinnen skygge, og når sola flytter seg fra øst til vest i løpet av dagen vil skyggen flytte seg tilsvarende. I tillegg blir skyggen kortere dess høyere sola står på himmelen.



Når du merker av lengden av skyggen på ulike tidspunkter i løpet av dagen vil punktene danne en bue som på figuren. Fra den kan du anslå tidspunktet når skyggen er kortest og sola står høyest.

Diskuter med elevene hvor ofte vi må måle for å få et sikrest mulig resultat!

Sammenlikn gjerne resultater med hva de finner ved en skole som er lengre øst eller vest i landet, eller i et annet land i samme tidssone.

Solhøyden som vinkelen sollyset danner med horisontalplanet kan vi finne når vi vet lengden av pinnen  $h$  og lengden av skyggen  $s$ . Vi bruker trigonometri, og fra definisjonen av tangens til en vinkel  $\theta$  er  $\tan \theta = h/s$ . Da finner vi vinkelen som  $\theta = (\arctan h) / s$ .

Målingene kan legges inn i Excel eller tilsvarende program for å beregne og framstille solhøyden som funksjon av tiden.

Fagstoff og flere aktiviteter som egner seg til utforskning av astronomi finner du i heftet *Astronomi – laborative moment* (Jonas Persson), utgitt på SL-serien fra Skolelaboratoriet ved NTNU (se [www.ntnu.no/skolelab/publikasjoner](http://www.ntnu.no/skolelab/publikasjoner)).

## 12. Fargerikt teselskap



**Te er for mange mer enn en drikk. Det handler om smak, farge og temperatur. Her undersøker vi hva det er som påvirker fargen på te.**

### **Problemstilling**

Hva påvirker fargen på te?

### **Begreper og faginnhold**

Vannkvalitet, mineraler, oksidering

### **Utstyr / ressurser**

Vann fra springen, destillert vann, teposer med svart te, sitronsaft, Vanish Oxy Action (flekkefjerner), koppersulfat, bordsalt, sinksulfat, kalsiumklorid, jernsulfat eller stålull, glassbeger.

### **Utforsk**

Undersøk hvordan ulike tilsetninger påvirker fargen på te. Sammenlikn først te laget av vann fra springen og fra destillert vann. Pass på at temperaturen på vannet er lik og at teposene ligger nøyaktig like lenge i vannet!

### **Utvid**

Hva skjer med fargen på teen om vi tilsetter ulike mineraler til det destillerte vannet?

Hva skjer om man tilsetter sitronsaft eller flekkfjerner?

Spiller det noen rolle for fargen om man øker *mengden* av det tilsatte stoffet? Vil prosessen gå i metning?



## Hva bestemmer fargen på te?

Når man lager te ser man at fargen på teen kan variere. Elevene har kanskje erfart at vann fra springen kan smake litt ulikt på ulike steder. Kanskje opplever man også at teen ser annerledes ut om man lager den et annet sted enn man pleier? I dette forsøket kan elevene gjøre systematiske undersøkelser for å se hva som kan påvirke fargen.

Sammenlikn først te laget av destillert vann og av vann fra springen. Man vil se at teen som lages av destillert vann er lysere. Dette indikerer at springvannet inneholder mineraler som bidrar til fargen gjennom å binde seg til innholdet i teen.

Hva slags mineraler kan dette være? Med utgangspunkt i det destillerte vannet kan elevene tilsette mineraler som trolig fins i vannet fra springen. Prøv med kalk (kalsiumklorid). Det er kalk som gjør vannet «hardt», noe som vi ser når det blir et belegg i kaffetraktere eller såpe ikke vil skumme i vannet. Vann inneholder også litt jern fra grunnen eller fra ledningsrør. Vi kan tilsette jern til det destillerte vannet ved å løse opp litt jernsulfat, eller legge en bit stålull i vannet. Prøv også med bordsalt, sinksulfat og kopperklorid for å se om fargen på teen endrer seg. Sammenlikn de ulike prøvene med te laget av vann fra springen, hvilken kommer nærmest i farge?

Prøv med flekkfjerner (Vanish Oxy Action) og med sitronsaft. Sitronsaft inneholder askorbinsyre, som vil oksidere og fargen på teen blir lysere.

Om vannkvalitet og grunnvann:

[www.grunnvann.no/vannkvalitet\\_drikkevann.php](http://www.grunnvann.no/vannkvalitet_drikkevann.php)

## 13. Fargerik mat



Noen bær og frukter har sterke farger. Vi kan gjøre enkle forsøk for å sammenlikne egenskapene til fargestoffer i mat. Forsøk med løselighet i vann og olje og tilsetning av sure og basiske løsninger kan fortelle oss om ulike matvarer inneholder de samme fargestoffene.

<b>Problemstilling</b>	Både rødbeter, paprika, tomat, bringebær og rips er røde. Men inneholder de de samme fargestoffene?
<b>Begreper og faginnhold</b>	Løselighet, syre/base, polaritet, fargestoffer.
<b>Utstyr / ressurser</b>	Paprikapulver, rød bærsaft, reagensrør eller andre beholdere, pipetter, lampeolje eller tennvæske, natron, sitronsyre eller eddik, spinat.
<b>Utforsk</b>	Undersøk om fargestoffet i paprikapulver løser seg i vann og i lampeolje eller tennvæske. Gjør tilsvarende med rød saft. Hvor løser fargen seg? Kan du si om paprika og røde bær inneholder de samme fargestoffene? Undersøk også om fargeløsningene lar seg blande med hverandre.
<b>Utvid</b>	<p>Er det noen av fargeløsningene som endrer farge når du tilsetter litt sitronsyre (eddik) eller natron? Hvilke egenskaper har disse fargestoffene?</p> <p>Prøv å gjøre liknende forsøk med fargestoffene i spinat (her må det jobbes en del for å få ut grønnfargen) eller andre matvarer med tydelige farger. Hva kan brukes til å farge smør eller matolje? Og hva kan man farge vann/ brus/saft med?</p>

## Fargestoffer i mat

Bland paprikapulver og vann i et reagensrør og paprikapulver og tennvæske i et annet. Fyll reagensrørene ca halvfulle, rist dem og la dem stå noen minutter slik at grumset får synke til bunnen. I mellomtiden kan du fylle ca 1 cm rød saft i to andre reagensrør og fylle det ene halvfullt med vann og det andre halvfullt med tennvæske (eller lampeolje). Rist disse også, og la dem stå til de to lagene har skilt seg i det ene reagensglasset. Nå har du fire forskjellige løsninger som det går å gjøre forsøk med.

Undersøk hvilke fargeløsninger som kan blandes med hverandre. Er det noen av dem som endrer farge dersom du tilsetter litt sitronsyre eller natron? Fra forsøkene kan vi avgjøre om paprika og røde bær inneholder de samme fargestoffene.

### Fargestoffer og løselighet

De fargestoffene som løses i vann inneholder molekyler som tiltrekker seg vannmolekyler. Vi sier at de er polare. De røde fargestoffene i hagebær (rips, bringebær osv) løses lett i vann. Hvis vi tilsetter litt syre eller base (natron eller sitronsyre) vil vi se at de skifter farge avhengig av om løsningen er sur eller basisk.

Paprika inneholder et upolart fargestoff som ikke tiltrekkes av vannmolekylene. Siden vannmolekylene trekker på hverandre, så vil ikke slike fargestoffer kunne løses i vann. Men det er ingen ting som stopper dem fra å løse seg opp i lampeolje eller tennvæske. Hvis vi tilsetter litt syre eller base vil ikke dette fargestoffet endre seg. Vi ser at fargestoffene vi bruker i dette forsøket har svært ulike egenskaper, så det kan ikke være de samme stoffene. Klorofyllet som farger spinat og andre grønnsaker og blader grønne er også upolart. Derfor kan vi ikke farge vann grønt med klorofyll, men vi kan farge fett og olje med det.

Obs! Saft kan være farget med syntetiske fargestoffer i stedet for de naturlige bærfargene. De syntetiske fargestoffene kan undersøkes på akkurat samme måte.

## 14. På skråplanet



**Vi lar flasker trille ned et skråplan, og måler hvor stor hastighet de får eller hvor langt de kommer før de stopper. Hvordan avhenger dette av tyngden av flasken, og det som er inni?**

### **Problemstilling**

Hva innvirker på hvor raskt (eller langt) flasken triller?

### **Begreper og faginnhold**

Energi, rulling, tyngde, (treghetsmoment)

### **Utstyr / ressurser**

Like tomflasker, vann, sand, fryseboks (frosne vannflasker), planke, bordplate e.l. til å lage et skråplan

### **Utforsk**

Undersøk hva som triller forst på et skråplan:

- En tom flaske
- En flaske full med vann
- En flaske halvfull med vann
- En flaske full med sand
- En flaske halvfull med sand

La elevene lage hypoteser og begrunne dem. Diskuter hvordan målingene kan gjøres. En mulighet er å måle hvor langt flasken kommer før den stopper etter at den har forlatt skråplanet. Man kan også kjøre to og to flasker parallelt på planet og observere hvilken som kommer først ned.

### **Utvid**

Sammenlikn en flaske halvfull med vann og en flaske med like mye frossent vann. Kan det gjøre noen forskjell om vannet er frossent eller flytende?

Undersøk to flasker (eller bokser) med Cola hvor den ene er ristet kraftig på forhånd. Kan det gjøre noen forskjell på hvor fort den triller?

## Rulling på skråplan

Når flasken ruller nedover planet går potensiell energi (stillingsenergi) over til kinetisk energi (bevegelsesenergi). Hver lille bit av flasken har bevegelse både nedover planet og en rotasjon om rotasjonsaksen til flasken. Jo lenger unna aksene denne biten er, dess større blir bevegelsesenergien knyttet til rotasjon.

I en flaske som er fullpakket med sand må alle sandkornene følge med i rotasjonen. Da vil flasken få mindre akselerasjon nedover planet siden noe potensiell energi blir til rotasjonsenergi. I en flaske hvor innholdet (sand, vann eller annet) kan bevege seg i forhold til veggene, vil ikke innholdet følge med i rotasjonsbevegelsen. Da går mer av energien til å gi flasken fart nedover planet.

Hvis vi rister en boks med Cola kraftig vil den trille langsommere ned planet enn en som ikke er ristet. Hva kan dette skyldes? I colaboksen vil det meste av væsken skli mot veggene og ikke bli med rundt i rotasjonsbevegelsen. Når boksen ristes oppstår det gassbobler. Når disse legger seg mellom colaen og veggene blir friksjonen større, og innholdet vil derfor i større grad bli med rundt. Da går det mer energi til rotasjonsbevegelsen og boksen sakker akterut.

Dette og mange andre spennende fysikkeksperimenter er beskrevet i boka *Fysikk-eksperimenter for bruk i skolen* (Nils Kr. Rossing, Tapir akademisk forlag, 2008).

### Rotasjonsbevegelse og treghetsmoment

I fysikken kan vi regne på rotasjonsbevegelse ved å beregne *treghetsmomentet* for legemet. Treghetsmomentet er  $I = \sum m \cdot r^2$ , hvor vi summerer alle elementer av masse  $m$  multiplisert med kvadratet av avstanden til rotasjonsaksen for hvert masselement. Vi ser av formelen at treghetsmomentet blir større når mer av massen er langt fra rotasjonsaksen. For rotasjonsbevegelse tilsvarer treghetsmomentet den rollen masse har i rettlinjert bevegelse. I rettlinjert bevegelse sier Newtons 2. lov at  $F = m \cdot a$ . Den tilsvarende likningen for rotasjon sier at kraftmoment ( $\tau$ ) er treghetsmoment ( $I$ ) multiplisert med vinkelakselerasjon ( $\alpha$ ):  $\tau = I \cdot \alpha$ . Uttrykket for kinetisk energi for rotasjon blir  $\frac{1}{2} I \omega^2$ , som tilsvarer  $\frac{1}{2} m v^2$  for rettlinjert bevegelse.

## 15. Kan vi måle hastigheten til nerveimpulser?



Det påstås at nerveimpulser beveger seg så fort som 100 m/s. Kan vi finne ut om dette stemmer?

<b>Problemstilling</b>	Hvordan kan vi måle hastigheten til nerveimpulser?
<b>Begreper og faginnhold</b>	Nerver, nerveimpulser, reaksjonstid, avstands- og hastighetsmåling
<b>Utstyr / ressurser</b>	Stoppeklokke, mange personer som holder hverandre i hendene
<b>Utforsk</b>	Mål hvor lang tid et signal bruker gjennom en kjede av personer som holder hverandre i hendene: Førstemann klemmer naboen i hånden samtidig som en stoppeklokke startes. Sistemann i kjeden stopper klokka. Vi må trekke fra reaksjonstid, ca 1 s for hver person. Diskuter: Hvordan kan vi måle avstanden signaler har gått? Må vi måle på hver person eller kan vi bruke en middelvei?
<b>Utvid</b>	Hvordan kan vi få mer nøyaktige målinger i forsøket?

## Nerveimpulser og hastighet

Personene holder hverandre i hendene i en lang rekke. Den første i rekka klemmer naboens hånd samtidig som stoppeklokka startes. Hver person klemmer med den andre hånden i det han/hun kjenner et klem i den første hånden. Den siste i rekka stopper klokka.

Er det mulig å måle hastigheten til nervesignaler på denne måten, eller vil den forsvinne i variasjonen i reaksjonstid?

Hvis vi regner at vi har 10 personer med 2 m avstand mellom håndflatene, vil nerveimpulser med hastighet 100 m/s bruke tiden  $t = 20\text{m} / 100\text{ m/s} = 0.2\text{ s}$ . Dette er ikke mye sammenliknet med reaksjonstiden, som gjerne regnes til ett sekund (10 sekunder for 10 personer).

Hvis hver person holder på skulderen til naboen i stedet for i hånden får nerveimpulsene kortere vei å gå, mens reaksjonstiden er den samme. Da kan dere bruke forskjellen i tid til å beregne hastigheten til nerveimpulsen.

Hvis tidsforskjellen ikke er målbar kan man forsøke å måle tiden signalet bruker på å gå for eksempel 10 runder i en ring av forsøkspersoner.

Kan det tenkes at reaksjonstiden etter hvert blir kortere fordi forsøkspersonene blir «flinkere» til å reagere raskt når de blir vant til forsøket? Kanskje dere behøver kontrollmålinger. Forsøket kan brukes som utgangspunkt for å diskutere målenøyaktighet og feilkilder i måling, spesielt når vi har mennesker som måleobjekter!

### **Om nervesignalers hastighet, fra Store Norske Leksikon:**

Impulshastigheten i en nervecelle bestemmes av forekomsten av myelin og av tykkelsen på nerven. Nerveceller uten myelinskjede har en ledningshastighet på bare 0,5–2,0 m/s, men ledningshastigheten i nerver med myelinskjede når opp i 100 m/s eller mer. De tykkeste nervefibrene kalles A-fibrer og leder bl.a. impulser til og fra skjelettmusklene. Til det autonome nervesystemet hører tynne B-fibrer, som også har en myelinskjede, men der impulshastigheten bare er ca. 10 m/s.

## 16. Hvilken form faller fortest i vann?



En plastelinaklump synker i vann dersom den ikke er formet som en båt. Men hva slags form vil falle fortest i vann? Bør klumpen være så kompakt som mulig, eller kanskje lang og tynn?

I dette forsøket skal vi se hvordan resultater forbedrer seg når vi lærer av egen og andres erfaring.

### Problemstilling

Hvilken form bør plastelinaklumpen ha for å falle så fort som mulig i vann?

### Begreper og faginnhold

Oppdrift, motstand, optimalisering

### Utstyr / ressurser

Plastelinaklumper som er like store og ikke vannløselige, vannsylinder eller høyt kar med vann, stoppeklokke

### Utforsk

Diskuter problemet i små grupper og lag en form dere tror vil falle fort i vannet.

Ta tiden klumpene fra de ulike gruppene bruker på å falle til bunnen av vannsylinderen. Diskuter hvordan tiden skal måles, f eks når klumpen er lang og tynn!

Etter testingen får alle gruppene gjøre et nytt forsøk. Før disse resultatene inn i en ny tabell. Beregn middelerdi for det første og andre forsøket. Hvor mye har gruppene til sammen forbedret seg?

### Utvid

Diskuter hvordan forskere lærer av egne og andres erfaringer.

Sammenlikn det dere finner med hvordan man bygger fly, biler og båter for å begrense motstand fra vann og luft.



## Å lære av egne og andres erfaringer

Ved å sammenlikne tabellene for det første og andre forsøket ser vi at man lærer mye av egne eller andres erfaringer, selv om vi ikke har en fullgod forklaring på hva som gir optimalt resultat.

Sammenlikn dette med hvordan forskere arbeider: Det er sjelden slik at en oppdagelse er gjort i et heldig øyeblikk av en enslig forsker. Forskere deler resultater med hverandre og bygger videre på det andre har gjort. Forsøket med plastelinaklumpen viser at det er viktig å ta del i andres erfaringer for å forbedre sitt eget resultat. På denne måten er det mange forskere som bidrar til vitenskapelig utvikling.

### **Motstand i vann og luft**

Når plastelinaklumpen er omsluttet av vann vil oppdriften være den samme uansett hvilken form den har. Dette er fordi volumet er det samme, og klumpen fortrenger like mye vann uavhengig av form.

Forskjell i fallhastighet skyldes ikke ulik oppdrift, men at vannmotstanden («friksjonen») blir ulik.

Det viser seg at plastelinaklumpen faller fortest dersom den har form omtrent som en dråpe. Sammenlikn denne formen med formen på for eksempel en fisk, et fly og en båt.

Motstanden i vannet oppfører seg omtrent som luftmotstand, og er avhengig av form. Mer om luft og strømninger kan du lese i heftet *Luft og strømninger* (forfatter: Ragnar Næss), utgitt i SL-serien fra Skolelaboratoriet ved NTNU. Dette og andre hefter i serien kan kjøpes fra Skolelaboratoriet eller lastes ned gratis fra våre nettsider ([www.ntnu.no/skolelab/publikasjoner](http://www.ntnu.no/skolelab/publikasjoner))

## 17. Hva veier mest, lufta eller Eiffeltårnet?



Det er vanskelig å forestille seg at luft veier noe. I hvert fall må det være nokså lite i forhold til for eksempel Eiffeltårnet?

I denne oppgaven bruker vi både ferdigheter i geometri og kunnskap om massetetthet til å utforske vekten av luft. Tror du lufta i kassa kan veie like mye som Eiffeltårnet?

### Problemstilling

Hvis du pakket Eiffeltårnet inn i en stor kasse, hva ville veie mest, tårnet eller lufta i kassa?

### Begreper og faginnhold

Massetetthet, luft, volum

### Utstyr / ressurser

Kalkulator, opplysninger om Eiffeltårnet og luftas massetetthet

### Utforsk

Hva må målene på kassa være for at tårnet akkurat skal få plass?

Hvor mye luft er det plass til i kassa i tillegg til tårnet? Hva veier denne lufta, sammenliknet med tårnet?

### Utvid

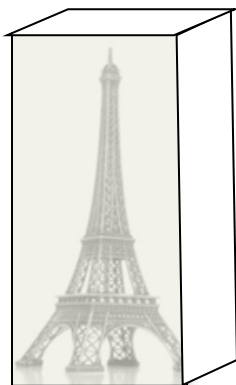
Atmosfæren blir tynnere jo høyere vi kommer i atmosfæren. Er Eiffeltårnet høyt nok til at dette vil ha betydning?

Spiller det noen rolle for massen til lufta i kassen om det er høytrykk eller lavtrykk den dagen? Om det er varmt eller kaldt?

Hvis vi ville bygge en modell av Eiffeltårnet i metall med masse 1 kg, hvor høyt ville modelltårnet bli?

## Eiffeltårnet i en kasse: Beregninger

Vi tenker oss at vi pakker Eiffeltårnet inn i en kjempestor kasse med rette vinkler. Kassa skal ikke være større enn at tårnet akkurat får plass. Vi må finne ut hvilke mål kassa må ha.



### Omtrentlige mål for Eiffeltårnet:

Høyde:  $h = 324$  meter

Masse:  $m_{\text{tårn}} = 10\,000$  tonn (=  $10\,000\,000$  kg)

Lengde av en side av grunnflaten:  $125$  m

### Massetetthet:

Luft:  $1,2$  kg/m<sup>3</sup>

Stål:  $7\,800$  kg/m<sup>3</sup>

La gjerne elevene selv finne fram til verdiene de behøver. De vil kunne finne litt ulike verdier, og man kan diskutere hva det har å si for resultatet.

Vi beregner volumet  $V$  av kassa som høyde multiplisert med areal av grunnflaten. Areal av grunnflaten er kvadratet av sidekantens lengde.

Volumet av kassa blir:  $V_{\text{kasse}} = A \cdot h = 125 \text{ m} \cdot 125 \text{ m} \cdot 324 \text{ m} = 5\,062\,500 \text{ m}^3$

Hvor mye av dette volumet opptar tårnet? Vi antar at hele tårnet består av stål. Massetetthet er definert som masse / volum. Vi finner volumet av stålet siden vi kjenner massen  $m$  og massetettheten:

$V_{\text{stål}} = 10\,000\,000 \text{ kg} / 7\,800 \text{ kg/m}^3 = 1282 \text{ m}^3$ .

Volumet som er «til overs» for lufta i kassa blir:

$V_{\text{luft}} = V_{\text{kasse}} - V_{\text{stål}} = 5\,062\,500 \text{ m}^3 - 1282 \text{ m}^3 = 5\,061\,218 \text{ m}^3$ .

Vi finner massen til dette volumet med luft ved å multiplisere med massetetthet:  $m_{\text{luft}} = 5\,061\,218 \text{ m}^3 \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{6\,073\,462 \text{ kg}}$ .

Lufta veier altså ca  $6\,000$  tonn. Dette er mindre enn selve tårnet, men lufta utgjør en betydelig del, mer enn en tredjedel, av vekten i kassa!

## 18. Et flytende fast stoff



Det er greit å se forskjell på flytende og faste stoff, ikke sant? Men det finnes substanser som er begge deler! Her utforsker vi maisgrøt, som er et eksempel på *ikke-Newtonske fluider*.

<b>Problemstilling</b>	Hvordan oppfører en substans som er både flytende og fast seg?
<b>Begreper og faginnhold</b>	Væske, fast stoff, viskositet, ikke-Newtonske fluider
<b>Utstyr / ressurser</b>	Maizenamel (eventuelt potetmel), vann, bakebolle eller annen beholder, sleiv til å røre med
<b>Utforsk</b>	<p>Bland melet med vann til du får en blanding omtrent like tykk som vaffelrøre. Prøv å røre i blandingen med en finger. Start rolig og øk hastigheten. Hva skjer med blandingen?</p> <p>Hva tror du vil skje hvis du slår hardt med hånden ned i bollen med Maizenarøre?</p> <p>Plukk opp en klump av røra og kna den i hendene. Hva skjer når du slutter å kna?</p>
<b>Utvid</b>	Hva kan man tenkes å kunne bruke denne rare blandingen til? Vil grøt av potetmel eller hvetemel ha samme egenskaper?

## Ikke-Newtonske fluider

Maizenagrøt hører til en fascinerende type blandinger som kalles ikke-Newtonske fluider. De kjennetegnes av at de endrer viskositet (hvor flytende de er) når de blir utsatt for trykk utenfra. Derfor blir grøten mer tyktflytende jo raskere du rører i den. Hvis du slår hardt i den med knyttneven blir den helt steinhard selv om den inneholder like mye vann som før.

Fenomenet skyldes at Maizenamelet ikke blir helt oppløst i vannet. Når du rører sakte vil vannet gli forbi melpartiklene og fylle tomrommene mellom dem. Ved raske bevegelser rekker ikke vannet å fylle nye tomrom like fort. Da støter melpartiklene borti hverandre og blandingen blir fastere.

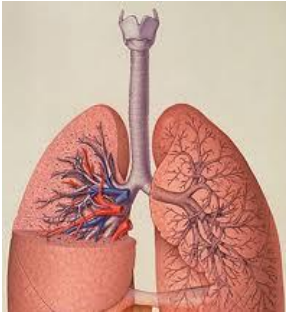
Ikke-Newtonske fluider brukes blant annet i skuddsikre vester.

### **Mer om maisgrøt og ikke-Newtonske blandinger:**

Forsøket med maisgrøt og mange andre morsomme forsøk er beskrevet i boka Nært – Sært – Spektakulært (Andreas Wahl, 2010).

Den «magiske blandingen» er også presentert i programmet Newton på NRK ([www.nrk.no/programmer/tv/newton/1.6454992](http://www.nrk.no/programmer/tv/newton/1.6454992)).

## 19. Måling av lungevolum



**Måling er sentralt i naturvitenskapen. Mange vitenskapelig framskritt bunner i at man har funnet nye og mer nøyaktige måter å måle ulike størrelser på. I dette forsøket skal elevene finne måter å måle lungevolum på, og undersøke hvor konsistente ulike målemetoder blir.**

### **Problemstilling**

Hvordan kan vi måle volumet av maksimal mengde luft vi klarer å trekke inn i lungene?

### **Begreper og faginnhold**

Lungekapasitet, volum, målinger

### **Utstyr / ressurser**

Ballonger, plastflasker, plastposer, kar med vann, plastslanger

### **Utforsk**

La ulike grupper utvikle ulike ideer for å måle maksimalt lungevolum. Sammenlikn de ulike målemetodene. Bli resultatene konsistente?

### **Utvid**

Hva påvirker lungevolumet til en person? Alder, høyde eller kanskje hvor god form man er i?

## Lunger og lungekapasitet

Lungenes funksjon er å ta opp oksygen fra lufta og overføre dette til blodet. Samtidig frigjøres karbondioksid som pustes ut.

Lungekapasitet angir det volumet man kan puste inn og ut på ett enkelt pust. Hvis man er i god fysisk form har man et høyt oksygenopptak, og dette avhenger av mange andre faktorer enn hvor stor lungekapasitet man har. Dette forsøket fokuserer utelukkende på lungekapasitet og hvordan dette kan måles.

La elevene arbeide i grupper og diskutere ulike ideer. Det kan være lettere å måle volum av lufta man puster ut enn den man puster inn. Eksempler på målemetoder kan være

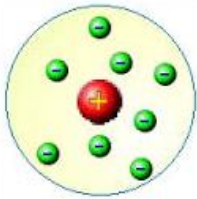
- Puste ut luft via en slange til en plastpose under vann i et kar, og beregne volum fra hvor høyt vannet har steget i karet
- Puste inn i en flaske med tuten ned under vann (via en slange), og måle hvor mye vann lufta har fortrenget i flasken
- Puste inn i en ballong, finn en metode til å måle volumet av ballongen

Diskuter usikkerhet i de ulike målemetodene og hvilken effekt det for eksempel kan ha at det kan være tungt å blåse opp en ballong. Sammenlikn resultater og diskuter de ulike målemetodene.

Et instrument for måling av lungevolum kalles et «spirometer». Les mer på <http://en.wikipedia.org/wiki/Spirometer>.

NB: Pass på at elevene ikke holder pusten for lenge eller puster gjentatte ganger i en pose eller flaske.

## 20. Rutherford's forsøk gjenskapt med plastelina



Vi kan ikke se elektroner, atomer og molekyler. Likevel lager forskerne modeller av hvordan vi kan tenke oss at de ser ut. I denne aktiviteten simulerer vi hvordan forskere må gjette seg fram til hvordan verden er bygd opp gjennom systematiske forsøk: Elevene får en plastelinaklump som inneholder for eksempel erter og klinkekuler. Bare ved hjelp av en knappenål som stikkes inn i klumpen skal de forsøke å lage en modell for hva som er inne i den.

### Problemstilling

Hvordan kan vi finne ut hva som fins inne i klumpen bare ved hjelp av en knappenål?

### Begreper og faginnhold

Atommodeller, vitenskapelig metode, Rutherford.

### Utstyr / ressurser

Plastelina, knappenåler, små objekter som klinkekuler eller erter

### Utforsk

Bruk knappenålen til å forsøke å finne ut hva som er inne i klumpen.

### Utvid

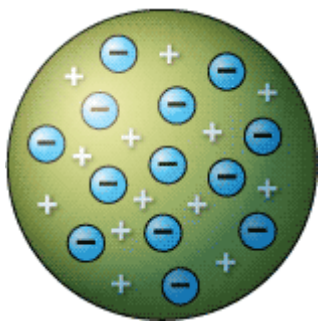
Hva vil vi trenge for å kunne avgjøre mer nøyaktig hva klumpen inneholder?

Hvilke metoder kan forskere bruke for å lage modeller av ting vi ikke kan se? Et tilsvarende forsøk med en lukket, forseglett boks kan illustrere mer generelt hvordan man i naturvitenskap lager modeller basert på forsøk og antagelser. Fyll bokser med binders, potetmel, sprettballer e.l. Hva slags forsøk kan vi gjøre for å komme fram til hva boksen inneholder? Hvilke slutninger kan vi trekke basert på forsøkene? Hva om boksen inneholder noe vi aldri før har sett?

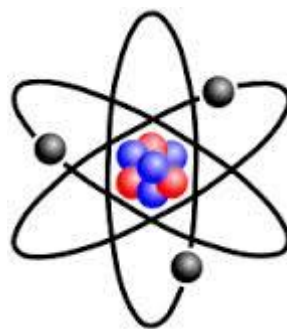


## Rutherford og vitenskapelig metode

Ernest Rutherford (1871-1937) var en fysiker fra New Zealand som er mest kjent for å utvikle en atommodell fra laboratorieforsøk. Han skjøt positivt ladde partikler mot en gullfolie. Resultatene viste at mange partikler gikk rett gjennom folien, noen ble avbøyd og noen ble rett og slett kastet tilbake. Dette viste at massen til atomene i gullfolien ikke kunne være jevnt fordelt, og at det måtte finnes en konsentrert positivt ladd masse. Dette stemte ikke med Thomsons atommodell hvor «elektronene fløt i en positiv grøt», en modell som var rådende på den tiden.



*Thomsons atommodell*



*Rutherfords atommodell*

Det er viktig å knytte aktiviteten med plastinaklumpen til vitenskapelige modeller for at den skal gi mening. Lag gjerne helt like klumper på forhånd, slik at ulike elevgrupper kanskje kommer med ulike forslag til modell for innholdet. Dette illustrerer at forskere kan ha ulike modeller for samme fenomen.

Klumpen bør være større enn at man kan komme helt gjennom med knappenålen. Elevene vil sannsynligvis stikke i den på ulike steder og fra ulike vinkler. Sammenlikn dette med at forskere også forsøker å undersøke ting på ulike måter for å skaffe seg et helhetlig bilde.

Elevene kan foreslå andre måter å undersøke klumpen på uten å ødelegge den. Kan vi få noe informasjon ved å veie den? Trille den?

## 21. Kjønnforskjeller hos strandkrabber



**Strandkrabber finner vi nederst i fjæra under stein og tang. Man kan se forskjell på han- og hunkrabber, siden hunnene har en bred hale sammenliknet med hannene. Men fins det også andre kjønnforskjeller hos strandkrabbene?**

### **Problemstilling**

Hvilke forskjeller finner du mellom kjønnene hos strandkrabber?

### **Begreper og faginnhold**

Formering, tilpassinger

### **Utstyr / ressurser**

Plastbakke, eventuelt bøtte

### **Utforsk**

Hos strandkrabbene finner vi halen brettet ned og inntil kroppen på undersiden av dyret. Kan vi skille hann- og hunkrabber vi finner på formen på halen? Finner vi andre forskjeller mellom hann- og hunkrabbene?

### **Utvid**

Finner vi like mange hanner som hunner? Finner vi hannene og hunnene på de samme plassene? Kan vi være sikre på om forskjeller vi finner er systematiske forskjeller mellom kjønnene og ikke tilfeldige individuelle forskjeller?

## Strandkrabber i fjæra

Den vanligste krabben i fjæra er strandkrabben (*Carcinus maenas*). Den finnes langs hele kysten fra sør til nord, og i nær sagt alle slags fjæretyper. Lettest er den å finne i fjærelokaliteter med stein av ulike størrelser med et dekke av tang, gjerne grisetang og blæretang. Løft på tangklasene, se under stein (få elevene til å legge steinene tilbake på samme plass). Strandkrabbene kan ha ulike farger fra grønn og gul til gråbrun og nesten helt svart. På skallens forkant utenfor øynene er det fem tydelige tagger, se tegningen.



Skallet av strandkrabbe sett ovenfra

Paringen hos strandkrabber skjer buk mot buk. Pardannelsen begynner med at hunnen skiller ut luktstoffer som et signal til hannene om at hun er klar for paring. Pardannelsen skjer noen dager før hunnen skifter skall, og selve paringen finner sted rett etter at hunnen har skiftet skall.

Pyntekrabben (*Hyas araneus*) kan en også finne i fjæra, men den er langt mindre vanlig enn strandkrabben. Den har et skall som er mer tilspisset foran og lengre enn det er bredt. Den krabben som vi spiser er taskekrabben (*Cancer pagarus*). Den kan en noen ganger finne nederst i fjæra. Den kjennes lett på at det brede skallet er rødbrunt og at klospissene er svarte.

Å lete etter krabber og å observere dem er fascinerende for elever i alle aldre. Det er robuste dyr, som tåler å bli holdt i en bøtte med sjøvann i noen timer og de tåler å bli løftet opp forsiktig etter bena. Som ved all innsamling av dyr under en ekskursjon, er det likevel en etisk side som en bør løfte fram for elevene. Hvor mye unødvendig stress og mulig lidelse skal vi la dyra bli utsatt for?

## 22. Fjærerur: På vift i fjæra



Fjærerur er et krepsdyr som lever innkapslet i et kalkskall på berg og steiner i fjæra. Når fjærerur er dekket av vann, åpner den spalten øverst i skallet, stikker ut beina og vifter med dem. Dermed lager den en vannstrøm inn i skallet, som fører med seg næring og oksygen. Karbondioksid og annet avfall fraktes ut med en utgående vannstrøm. I denne aktiviteten undersøker vi om det er en sammenheng mellom viftefrekvensen og hvor varmt det er i vannet.

### Problemstilling

Hvilken sammenheng er det mellom fjærerurens viftefrekvens og vanntemperatur?

### Begreper og faginnhold

Frekvens, respirasjon, tilpasning

### Utstyr / ressurser

Plastbakker, eventuelt tomme isbokser, termometer

### Utforsk

Finn en stein med fjærerur på og legg den i en plastbakke med friskt sjøvann, slik at ruren er dekket av vann. Mål temperaturen i vannet og undersøk viftefrekvensen (antall vift pr tidsenhet) til ruren. La deretter vannet varmes opp av sola (eventuelt innendørs) og gjør målingene på nytt. Diskuter først: I hvor langt tidsrom bør vi måle for å finne frekvensen? Hvor mange individer bør vi måle på for å få et pålitelig resultat? Bør vi bruke en middelvei eller undersøke hvordan hvert individ hver for seg endrer viftefrekvens?

### Utvid

Kjenner vi andre eksempler hos dyr (og kanskje også planter?) på at det er en sammenheng mellom aktivitet og temperatur?  
Har det noe å si hvilken tidsenhet vi velger – antall vift pr sekund, per minutt, per time? Har vi andre eksempler hvor vi måler frekvens i et kortere tidsintervall og ganger ut for å få det pr minutt?

## Fysiologiske prosesser og temperatur

Fjærerur er et virvelløst dyr og er som alle virvelløse organismer vekselvarme. Det vil si at kroppstemperaturen følger omgivelsestemperaturen. De fysiologiske prosessene følger også temperaturen. Høyere temperatur gir større aktivitet fordi metabolismen i hver enkelt celle øker når temperaturen blir høyere. Likevel er det en øvre grense, først og fremst fordi mange enzymer blir mindre effektive eller helt ødelagt (denaturert) når temperaturen blir for høy.

Forsøket gir en fin anledning til å diskutere de metodiske tilnærmingene i et in-vivo-forsøk (latin: i eller med levende organismer).

Elevene vil fort oppdage at det er forskjell i viftehastighet mellom individer. Variasjonsbredden vil være så stor at den kan overlappe med forskjellene som kan tilskrives temperaturforskjeller. Det er derfor best at hver elev velger seg ett eller noen få rurindivider og teller viftefrekvensen av disse ved ulike temperaturer. Men her bør elevene også forsikre seg om viftefrekvensen er den samme hele tiden ved en bestemt temperatur. De bør derfor telle viftefrekvensen av et individ flere ganger for å få et bilde av hvor stabil viftefrekvensen for et individ er.

Valget av tidsintervall for telling av antall vifteslag gir et grunnlag for en diskusjon om feilkilder. Er intervallet for kort, vil vi fort få store utslag og ulikheter mellom målingene. Med et større måle-/telleintervall vil disse ulikhetene bli mindre. Tilsvarende problemstilling har vi ved måling av puls/hjertefrekvens.

## Flere ideer og ressurser

*Eksperimentboka* (Otto Øgrim og Svenn Lilledal Andersen, utgitt av Naturfagsenteret / Universitetet i Oslo, 2005) presenterer både klassikere fra «Roterommet» og nye forsøk i fysikk. Disse kan være gode utgangspunkter for utforskende undervisning.

Vi anbefaler også bøkene *Nært, sært, spektakulært* (Andreas Wahl, Gyldendal 2010) og *Fysikkeksperimenter – for bruk i skolen* (Nils Kristian Rossing, Tapir 2008).

*Steve Spangler Science* presenterer mange morsomme og spektakulære forsøk på denne nettsiden: [www.stevespanglerscience.com/lab/experiments/](http://www.stevespanglerscience.com/lab/experiments/)

Denne siden har mange spennende aktiviteter innenfor geologi, oversatt til norsk: [www.earthlearningidea.com/Indices/contents\\_Norwegian.html](http://www.earthlearningidea.com/Indices/contents_Norwegian.html)

Vi anbefaler også boka *Språk og digitale verktøy i naturfag* (Sonja M. Mork og Wenche Erlien, Universitetsforlaget, 2010). Med en didaktisk forankring presenteres et mangfold av ideer til hvordan læreren kan få til utforskende og spennende undervisning gjennom bruk av digitale verktøy, naturfagets språk og elevens eget språk.

Tidsskriftet *Naturfag*, som utgis av Naturfagsenteret, har gode ideer for mer utforskende undervisning i naturfag, og artikler som gir forslag til hvordan man kan arbeide utforskende med elevene. Alle numre av *Naturfag* er tilgjengelig på nett ([www.naturfagsenteret.no](http://www.naturfagsenteret.no)).

Her er noen eksempler med relevans for utforskende naturfagundervisning:

- Aud Ragnhild Skår: **Forskarspiren, grunnleggende ferdigheter og naturfagleg innhold går hand i hand.** *Naturfag* nr 1, 21014.

Her gis mange praktiske eksempler på utforskende aktiviteter og hvordan grunnleggende ferdigheter kan vektlegges.

- Gard Ove Sjøvik og Kari Beate Remmen: **Gjett hva lærer'n tenker på: Betydningen av faglig snakk for et utforskende læringsmiljø.** *Naturfag* nr 2, 2011.

Forfatterne presenterer et refleksjonsverktøy som hjelper naturfaglærere til å variere mellom å «åpne opp» og stramme inn» den faglige samtalen i klasserommet og ute i felt, slik at undervisningen kan bli utforskende uten at det faglige innholdet forsvinner. Samme nummer av Naturfag har flere artikler om faglige samtaler i utforskende undervisning.

- Anne Lea: **Bruk våren til fugleobservasjoner!** Naturfag nr 1, 2010.

Artikkelen gir mange tips og ressurser til å utforske det lokale fuglelivet og å sette observasjoner inn i en større sammenheng.

- Stein Dankert Kolstø, Solveig Gjesvang Aasen og Per Undheim: **Elevforsk: Utforskende arbeidsmåter.** Naturfag nr 1, 2010.

Her presenteres ideer fra prosjektet Elevforsk, som har hatt som målsetting å realisere Kunnskapsløftets kompetansemål om vitenskapelig argumentering samtidig som elevene utvikler miljøbevissthet og naturglede.

- Erik Fooladi: **Å lage nakne egg.** Naturfag nr 3, 2006.

Ved hjelp av eddikløsning fjernes skallet på egget, mens innholdet holdes på plass bare av den tynne hinnen. Her kan man utforske hvordan et rått egg ser ut inni uten å knuse det, og hvilken virkning syre har.

- **Hvorfor er det så mange døde albuesnegl og strandkrabber på land?**

(Forfattere: Elever på 6. og 7. trinn ved Samfundets skole i Egersund, i samarbeid med Naturfagsenteret.) Naturfag nr 2, 2007.

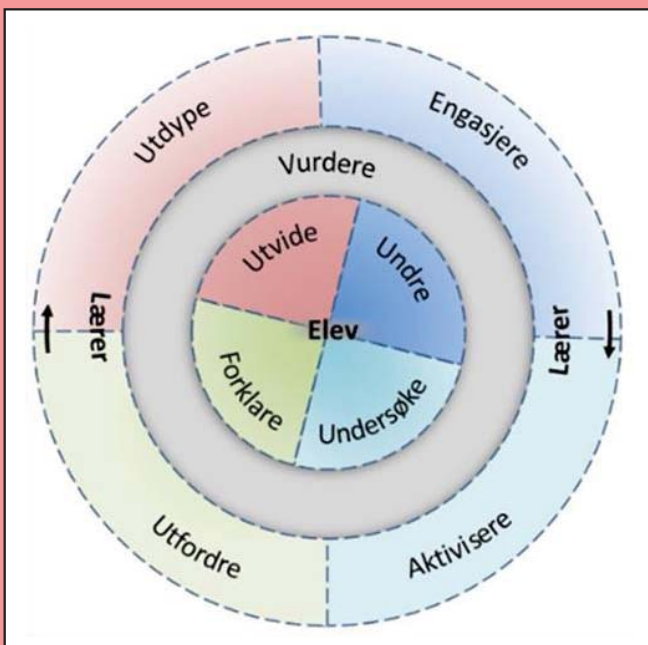
Artikkelen gir et flott eksempel på hvordan elever kan arbeide utforskende gjennom eget feltarbeid og oppsøkende bruk av fagpersoner.

- Hanne S. Finstad: **Hvor blir vannet av når klær tørker?** Naturfag nr 2, 2005.

Artikkelen gir et godt eksempel på utforskende arbeid av fenomener fra hverdagen. Hele dette nummeret av naturfag er viet Forskerspiren og har mye annet relevant stoff.







*Utforskende arbeidsmåter er viktige i naturfag. Dette heftet presenterer 22 ideer til praktiske aktiviteter som naturfaglæreren kan ta i bruk for å gjøre naturfaget mer utforskende. Aktivitetene kan tilpasses til ulike nivå og ulike faglige sammen-henger.*

*Presentasjonen av aktivitetene tar utgangspunkt i 5E-modellen (Engage, Explore, Explain, Extend, Evaluate) for utforskende naturfagundervisning, som gir rom for både både det faglige innholdet og elevenes egne undersøkelser.*

Berit Bungum og Peter van Marion (red.)

Skolelaboratoriet har som oppgave å drive forsknings- og utviklingsarbeid rettet mot undervisning i realfag og teknologi i skolen. Gjennom SL-serien vil PLU og Skolelaboratoriet publisere resultatene av dette arbeidet.

ISBN 978-82-7923-068-7  
ISSN 1503-9242