Trude T. N. Rakvåg, Dina Pedersen,
Per-Odd Eggen, Lise Kvittingen,
Maren S. Fredagsvik og Ingeborg Berg

Kjemiløypa 2024 – Veiledningshefte

NTNU

Skolelaboratoriet
for matematikk,
naturfag og teknologi

Institutt for kjemi

Institutt for
materialteknologi

April 2024

Kjemiløypa 2024 – veiledningshefte

Layout og redigering: Ingeborg Berg

Tekst: Trude T. N. Rakvåg
Dina Pedersen
Per-Odd Eggen
Lise Kvittingen
Maren Skjelstad Fredagsvik
Ingeborg Berg

Forsidebilde: Ingeborg Berg/NTNU
Bilder: Ingeborg Berg og Trude T. N. Rakvåg
Illustrasjoner: Dina Pedersen

Spørsmål rettes til:
Skolelaboratoriet for matematikk, naturfag og teknologi, NTNU
v/Ingeborg Berg, 73 59 19 44, e-post: ingeborg.berg@ntnu.no

http://www.ntnu.no/skolelab

Kjemiløypa 2024 – veiledningshefte
Utgave 4.1 – 12.04.24

Kjemiløypa 2024 er støttet økonomisk av:

NTNU Fakultet for ingeniørvitenskap

NTNU Fakultet for naturvitenskap

NTNU Fakultet for informasjons-teknologi og elektroteknikk

NTNU Fakultet for økonomi

Trøndelag fylkeskommune

Samarbeids-forum

I tillegg har **Institutt for kjemi**, **Institutt for materialteknologi og Skolelaboratoriet** bidratt med betydelig egeninnsats.

Vi takker alle bidragsytere!

Kjemiløypa 2024 – Veiledningshefte

Trude T. N. Rakvåg
Dina Pedersen
Per-Odd Eggen
Lise Kvittingen
Maren Skjelstad Fredagsvik
Ingeborg Berg

Skolelaboratoriet for matematikk, naturfag og teknologi, NTNU
Institutt for kjemi
Institutt for materialteknologi

Forord

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

Kjemiløypa ble arrangert første gang i 2009 og ble gjennomført fire ganger fram til 2017. I 2022 gjenoppsto Kjemiløypa i ny drakt. Vi beholdt fire av de gamle oppgavene og Trude Teoline Nausthaug Rakvåg videreutviklet løypa i tråd med den nye læreplanen og la til oppgave 5–7, som blant annet handler om å utforske og observere. Før årets gjennomføring av Kjemiløypa har Trude i samarbeid med Dina Pedersen ved Skolelaboratoriet utviklet oppgavene videre og laget en tydelig rød tråd, som binder det hele sammen.

Rundt 375 elever på 7. trinn besøker Kjemiløypa i 2024, og de blir gruppevis veiledet gjennom oppgavene av 14 flinke studenter ved NTNU.

Stor takk til de som har gjort Kjemiløypa 2024 mulig:

- **Trude T. N. Rakvåg,** ved Skolelaboratoriet, for å ha tilrettelagt flere av oppgavene og utviklet Kjemiløypa til et helhetlig opplegg. Hun bidrar også med både forberedelser og arbeid underveis, samt opplæring av studentveilederne.
- **Dina Pedersen**, ved Skolelaboratoriet, for å ha videreutviklet oppgaver og gjort hele Kjemiløypa til et helthetlig opplegg, tegnet forklarende og nyttige plansjer og figurer til bruk underveis, og som bidrar til opplæring av studentene
- **Marit Syversveen**, ved Institutt for kjemi, for å stille laber tilgjengelig, gjøre klart utstyr og legge til rette for arbeid både før og underveis i Kjemiløypa, og ikke minst for å ha ansvar for kjemikaliene og lage alle løsningene vi trenger.
- **Per-Odd Eggen**, ved Skolelaboratoriet, for å ha tilrettelagt flere av oppgavene for Kjemiløypa, og som bidrar til opplæring av studentveilederne.
- **Elin Harboe Alertsen**, ved Institutt for materialteknologi, for å stille laber tilgjengelig og legge til rette for arbeid før og underveis i Kjemiløypa.
- **Melanie Siah**, HMS-koordinator ved Institutt for kjemi, for å ha risikovurdert alle aktivitetene og sørget for HMS-kurs for studentene.

Ingeborg Berg
Prosjektleder for Realfagløypene
Skolelaboratoriet ved NTNU
April 2024

Innhold

Innledning – alt som endres 6
Oppgave 1 – Jodklokka 10
Oppgave 2 – Eksoterm og endoterm reaksjon 14
Oppgave 3 – Tørris 17
Oppgave 4 – Flytende nitrogen 21
Oppgave 5 – Salt løses i vann 24
Oppgave 6 – Bygg modeller av salt og vann 27
Oppgave 7 – Få en potet til å flyte i vann 29
Ekstraoppgave – Foucaults pendel 32

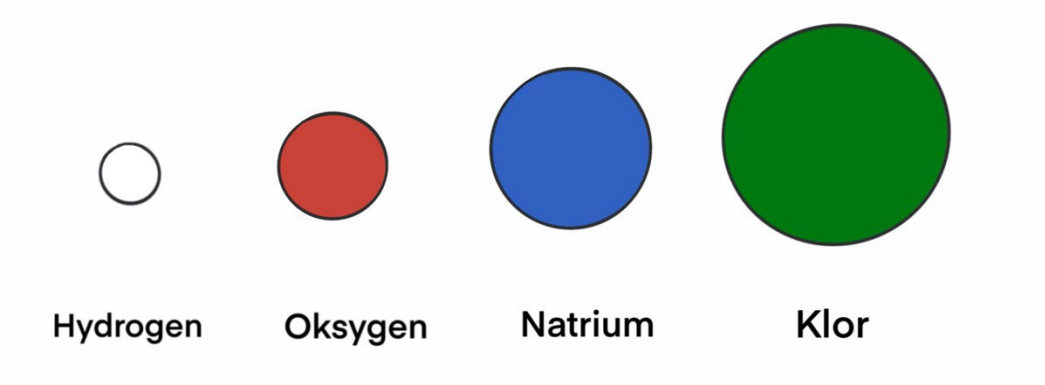
Innledning – alt som endres

Tidsbruk: ca. 10 min

Hver student har en forberedende samtale med sin gruppe om **atomer, bindinger og kjemiske reaksjoner** i fellesområdet i U2. «Alt som endres» er en rød tråd gjennom alle postene i Kjemiløypa, og med oppstarten håper vi at elevene lettere kan se at det er en sammenheng mellom alle forsøkene de skal gjøre i løpet av dagen. I den forberedende samtalen vil det være viktig å nevne noen begreper i kjemi, og bruk gjerne litt tid for å høre om elevene har hørt om disse og hva de kan fra før. I løpet av dagen, ved gjennomføring av postene i kjemiløypa, kan dere referere tilbake til den forberedende samtalen slik at de får en repetisjon på begreper og kan bruke disse for å forklare forsøkene de gjør.

I avsnittene som følger får dere forslag til hvordan snakke om begreper. Det elevene skal forstå i kjemi, knyttet til endringer, er på et submikroskopisk nivå og derfor får dere tre plansjer til hjelp som dere bør bruke aktivt når dere forklarer begrepene.

Plansje 1 – Alt er bygd opp av atomer



Illustrasjon: Dina Pedersen/NTNU

Forslag til samtale:

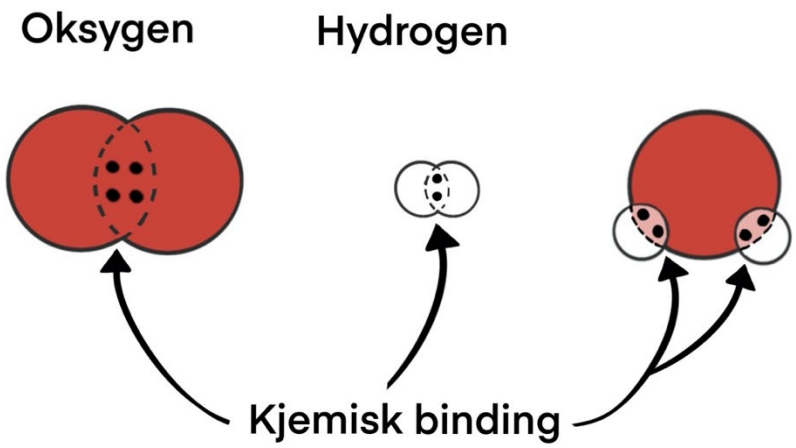
- Har dere hørt om atomer før?
- Kan dere nevne noe som er lagd av atomer?
- Er det noe som **ikke** er lagd av atomer?

De ulike ting vi har foran oss, som for eksempel bordet, papiret, lufta rundt oss og kroppen vår, er ulike fordi det er ulike atomer som bygger opp tingene. Ting er forskjellige, og det som bestemmer hvordan de tingene ser

ut og oppfører seg (tenk bare på forskjellen luft og bord), er hvilke atomer som tingen er bygd opp av og hvordan disse atomene er bundet sammen. Atomene har ulik størrelse og hydrogenatomet er minst. Atomene er i virkeligheten mye mindre enn det modellen viser her, og hydrogen er ikke hvit, og oksygenatomet har ingen rødfarge. Fargene er gitt for at vi lettere skal kunne skille atomene når vi tegner dem. Så selv om vi har laget en modell for atomene som ikke helt stemmer med hvordan de virkelig ser ut, så stemmer det at alle hydrogenatomer er like store, og at de er minst. I vår verden vet vi at det finnes i underkant av 100 ulike atomer, og de bygger alt vi kjenner til av stoff rundt oss.

*Etter denne plansjen/samtalen vet elevene litt om **atomer** og at de bygger ting vi ser rundt oss. De vet at atomene er små, at det finnes ulike atomer med ulik størrelse. Elevene kan nevne noen stoffer de kjenner som er bygd opp av atomer. Kanskje har noen filosofert over hva som ikke er bygd opp av atomer, for eksempel: Er følelser som forelskelse eller glede bygd opp av atomer?*

Plansje 2 – Kjemiske bindinger og elektroner



Illustrasjon: Dina Pedersen/NTNU

Forslag til samtale:

Her er det noen atomer som er satt sammen ulikt. Som dere ser har vi til sammen tre ulike stoffer, men bare to ulike atomer. Med de to ulike atomene, som er hydrogen og oksygen, kan vi bygge to hydrogenatomer sammen til H_2, hydrogengass. Vi kan bygge to oksygenatomer sammen til O_2, oksygengass. Når vi bygger sammen to hydrogenatomer og ett oksygenatom, som i H_2O, hvilket stoff har vi fått da?

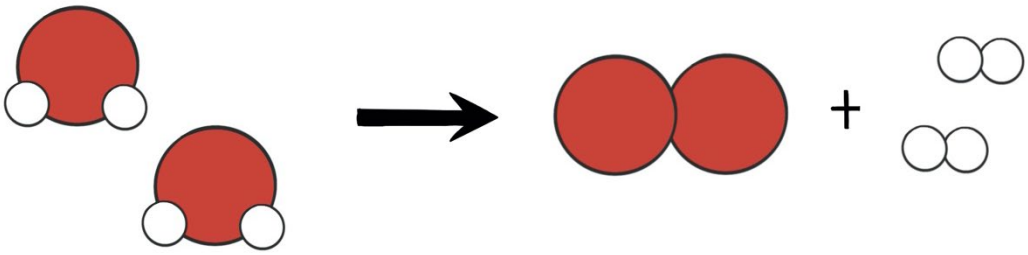
Dere vet hvordan legoklosser holder sammen, men hva er det som gjør at atomene holder seg sammen? Legg merke til disse prikkene – det er elektroner som finnes i alle atomer. Disse er negativt ladd, og det er ulikt antall elektroner i de ulike atomene.

I atomet finnes også en positiv ladning, og denne er i kjernen. På liknende måte som to magneter trekkes mot hverandre (vis visuelt at to magneter trekkes sammen i et smell mens du sier dette) så trekkes den positive ladningen i kjernen mot negativt ladde elektron. Den positive ladningen i kjernen trekker på alle elektroner, også mot andre atomers elektroner. De to hydrogenatomene har ett elektron hver, og de holdes sammen nesten «som magneter», fordi de to positive kjernene trekkes mot de to elektronene. Vi sier at det er en binding mellom hydrogenatomene når de holdes sammen slik som på bildet.

Bruk modellene av hydrogen- og oksygenatomer fra atommodellene tilgjengelig så elevene får kjent på hvordan atomene trekkes mot hverandre litt som magneter.

*Etter samtalen rundt denne plansjen vet elevene at i atomer fins det **elektroner** og at elektroner er negativt ladd. De vet at det finnes en kjerne i atomer som er positivt ladd og som trekker på negativt ladde elektroner. Elevene vet hva som menes med begrepet **binding** og at atomer holdes sammen pga. en tiltrekningskraft mellom positiv og negativ ladning.*

Plansje 3 – Kjemiske reaksjoner



Illustrasjon: Dina Pedersen/NTNU

Forslag til samtale:

- Hva er en kjemisk reaksjon?
- Kjenner dere noen kjemiske reaksjoner?
- Vi ser at i en kjemisk reaksjon har atomer byttet plass. Hvordan kan de gjøre det?

I dette bildet ser vi et eksempel på en kjemisk reaksjon på atomnivå. Pilen viser retningen som den kjemiske reaksjonen går i. På venstre side av pilen har vi et stoff, som er der før reaksjonen skjer. Og på høyre side av pilen har vi to nye stoffer, som er resultatet av at reaksjonen har skjedd.

- Kan dere se hvilket stoff som var der før reaksjonen skjedde?
- Kan dere se hvilke stoffer vi har fått etter at reaksjonen har skjedd?

I dag skal vi se på noen kjemiske reaksjoner som vi kan observere med våre egne sanser. Fargeendring, at det dannes en gass, varmeendring og lukt er alle eksempler på noen av endringene som kan kjennetegne en kjemisk reaksjon.

*Etter denne plansjen/samtalen kan elevene si hva som kjennetegner en **kjemisk reaksjon** ved å bruke begrepene binding og atom. De kan også komme med eksempler på hvordan vi kan observere en kjemisk reaksjon.*

Oppgave 1 – Jodklokka

Tidsbruk jodklokka + eksoterm og endoterm reaksjon: 20 min

Det vi skal se på nå er en kjemisk reaksjon der vi observerer fargeendring.

Alt rundt dere er bygd opp av atomer. Disse atomene kan flytte på seg og endre seg, slik at de lager nye ting. Når dette skjer kalles det for en kjemisk reaksjon. De fleste endringene i atomenes plasseringer kan vi ikke se eller merke, men nå skal vi skape en kjemisk reaksjon som dere kan se resultatet av med egne øyne. Teorien bak reaksjonen er komplisert, men forsøket er likevel enkelt å utføre. Forsøket er faktisk så utrolig og uvanlig at til og med erfarne kjemikere måper når de gjør det.

Læreplanmål

- Utforske faseoverganger og kjemiske reaksjoner og beskrive hva som kjennetegner dem.

Utstyr

- 2 begerglass 100 ml
- 1 begerglass 150 ml
- En skje eller lignende for å røre med

Kjemikalier

- Løsning A: Kaliumjodat (KIO_3, 0,02 M)
- Løsning B: Stivelsesløsning med natriummetabisulfitt ($Na_2O_5S_2$, 0,008 M)

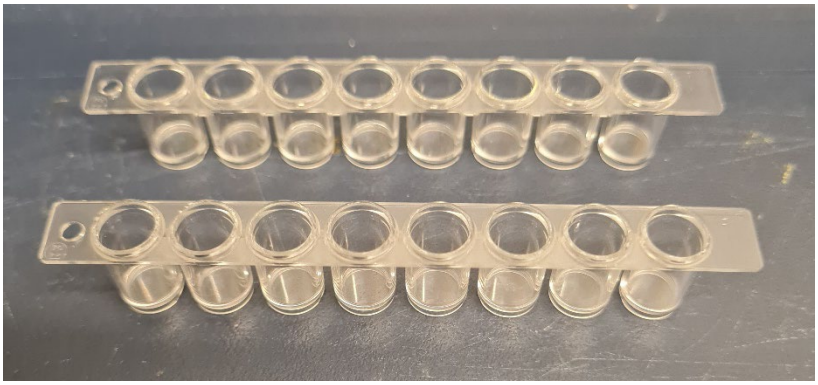
Framgangsmåte

1. Fyll 50 ml av løsning A i et begerglass.
2. Fyll 50 ml av løsning B i et annet begerglass.
3. Tøm alt sammen oppi det store (150 ml) begerglasset samtidig (litt raskt) og rør rundt med skjeen.
4. Vent og se. Ta gjerne tiden fra dere blander løsningen til dere får en fargereaksjon.
5. Løsningen må tømmes i merket beholder
6. Skyll glassene godt til neste gruppe kommer

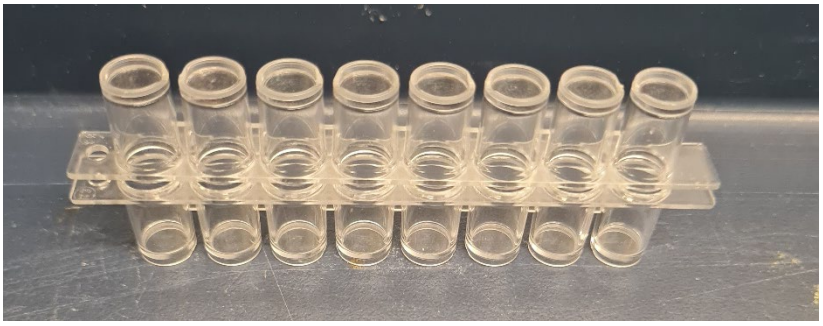
Ekstra demonstrasjon

Dersom det blir ekstra tid, kan dere gjøre en demonstrasjon for elevene.

Tiden det tar før klokkereaksjonen gir synlig utslag kan påvirkes på flere måter. I likhet med andre reaksjoner går den raskere ved høyere temperatur. Hastigheten er også avhengig av blandingsforholdene. Dette siste kan demonstreres ved å bruke «brønnrekker» til å lage ulike blandingsforhold.



1. Bruk en pipette og drypp løsning A i den ene brønnrekken: 1 dråpe i brønnen til venstre, 2 i neste osv. til 8 dråper i den siste.
2. Bruk en pipette og drypp motsatt mengde av løsning B i den andre brønnrekken: 8 dråper i brønnen til venstre, 7 i neste osv. til 1 i den siste.
3. Vend den ene brønnrekken over den andre, hold godt fast og rist
4. Se hva som skjer



Observer/spørsmål til diskusjon

- Hva skjer, og hvor lang tid tar det?
- Hva er kjennetegnet på denne kjemiske reaksjonen?
- Hvordan kan atomer bytte plass og lage nye stoffer?

Teori

I dette forsøket blander vi to fargeløse væsker. Den første tiden etter at væskene er blandet skjer det ingen synlig endring, men etter en stund skjer endringen brått. En slik brå og samtidig forsinket endring er uvanlig i kjemiske reaksjoner, og i forklaringen inngår flere reaksjoner: Det som gir den kraftige mørkeblå fargeforandringen er en reaksjon mellom jod og stivelse, men før fargeforandringen er det flere reaksjoner som skjer i begerglasset.

Det er for komplisert å forklare til elevene hva som skjer i alle de ulike kjemiske reaksjonene, og hvordan blåfargen kommer så plutselig. Forsøket er likevel fint som utgangspunkt for å snakke om at mange kjemiske reaksjoner kan sanses, som for eksempel her, i en veldig tydelig fargeforandring.

For å få forklaringen på hva som skjer i en kjemisk reaksjon må vi på atomnivå. Atomene, som alle stoffene vi har rundt oss er bygd opp av, kan i kjemiske reaksjoner bytte plass med hverandre å lage nye stoffer og strukturer. Tenk på atomene som forskjellige typer legoklosser som kan settes sammen og gi ulike produkt.

Når jod møter andre typer atomer, trekkes elektroner fra andre atomer mot jod. Når jod er satt sammen på en slik måte at det har «tatt» et ekstra elektron (I^-) så vil den i løsning være gjennomsiktig. Når jod står alene med seg selv (I_2), uten å ha klart å få «tatt» et ekstra elektron, så kan den farge en stivelsesløsning svart. La gjerne elevene diskutere litt sammen og gjette på hva som forårsaker fargeforandringen.

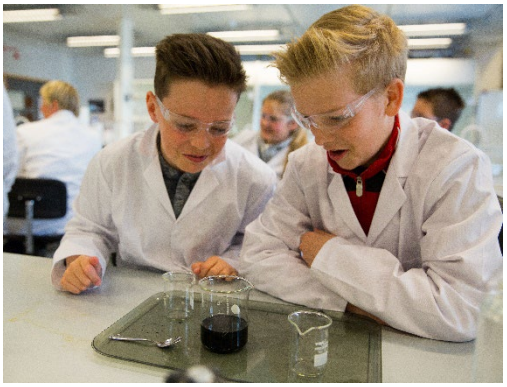
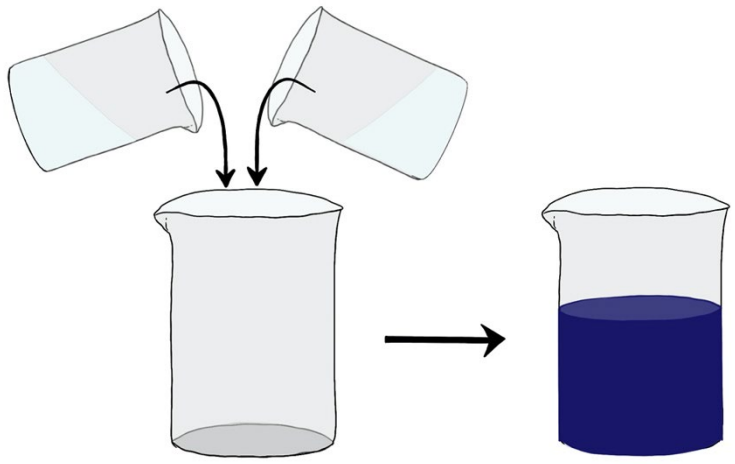


Foto: Maren Skjelstad Fredagsvik/NTNU

Plansje til posten

Bildet viser at vi blander sammen to blanke væsker som blir til mørk blå væske. Reaksjonen er et eksempel på at kjemiske reaksjoner kan kjennetegnes av fargeendring.

Her kan en også med fordel hente fram igjen samtalen fra U2 knyttet til kjemiske reaksjoner.



Illustrasjon: Dina Pedersen/NTNU

Oppgave 2 – Eksoterm og endoterm reaksjon

Dette forsøket viser noen kjemiske reaksjoner der vi ser en endring i varme som kjennetegn på de kjemiske reaksjonene vi ser på.

Noen reaksjoner avgir varme, mens andre reaksjoner tar opp varme når de skjer. F. eks. når vi brenner et bål skjer det reaksjoner som avgir varme, men hvilke reaksjoner tar opp varme når de skjer?
Her kan dere høre om elevene har noen tanker. Kjenner de til flere reaksjoner som avgir varme? Hva tenker de når de hører at noen kjemiske reaksjoner tar opp varme?

Sett opp et tankeeksperiment:
Spør om de kan fortelle hva som skjer når man legger en isbit i hånda. Hva ville de kjent, og hva ville komme til å skje med isbiten? Når en isbit smelter og blir flytende tar den opp varme fra omgivelsene. Omgivelsene kan enten være ei hånd eller varmen fra lufta rundt, eller begge deler.

Formål

I dette forsøket vil vi se ulike eksempler på oppløsningsreaksjoner der det enten tas opp eller avgis energi i form av varme.

Læreplanmål

- utforske faseoverganger og kjemiske reaksjoner og beskrive hva som kjennetegner dem

Utstyr

- 3 lynlåsposer, ca. 10 x 15 cm
- 3 skjeer
- 1 plastpipette
- 1 begerglass med vann
- Bomullshansker
- Tusj

Kjemikalier

- Ammoniumnitrat – NH_4NO_3
- Vannfritt kalsiumklorid – $CaCl_2$
- Vanlig koksalt, natriumklorid – NaCl

Framgangsmåte

1. Fyll 1 ts av hvert salt i hver sin lynlåspose.
2. Skriv på posen hvilket salt som er oppi.
3. Tilsett vann (ca. 1 fylt pipette) i en lynlåspose av gangen.
4. Lukk posene og kjenn om du kjenner temperaturforskjeller.
5. Posen med NaCl kastes i søpla. De to andre posene samles i merket beholder

OBS! Den ene posen kan bli ganske varm. Elevene kan bruke bomullshansker hvis de er redde for å brenne seg. Pass på at posene er godt lukket.

Observer/spørsmål til diskusjon

- Var det noen forskjell på reaksjonene i de tre posene?
- Hva er salt? (ulike atomer setter sammen ulike salter. Så det finnes mer enn bare NaCl bordsalt).
- Hvordan kan atomer bytte plass og lage nye stoff?

Teori

En av hovedsetningene i varmelæra sier at *energi ikke kan oppstå og forsvinne av seg selv*. Energi skifter bare form. Varme er et ord som brukes om energi som *transporteres* fra et sted med høy temperatur til et sted med lav temperatur. Det avgis alltid energi når det dannes kjemiske bindinger, og det må alltid tilføres energi for å bryte en binding. I kjemiske reaksjoner er det vanlig at noen bindinger brytes mens andre dannes.

Når det skjer en kjemisk reaksjon *forandres temperaturen til stoffene*. Årsaken til dette er at bindingene som løses opp i reaktantene ikke inneholder nøyaktig like mye energi som de nye bindingene som oppstår i produktene.

Eksoterm reaksjon

Hvis det blir *varmere i omgivelsene* når en kjemisk reaksjon går, kalles reaksjonen *eksoterm*. Tenk på et bål og varmen som gis fra den kjemiske reaksjonen mellom veden og oksygenet. Energien som blir avgitt ved en eksoterm reaksjon, finnes i stoffene før de reagerer.

Vannfritt kalsiumklorid ($CaCl_2$) reagerer eksotermt i møte med vann. Den avgir altså store mengder energi i form av varme.

Endoterm reaksjon

Hvis det blir *kaldere* i omgivelsene når den kjemiske reaksjonen går, sier vi at reaksjonen er *endoterm*. Ordet endo betyr at varmen går innover. Da blir det tatt opp varme fra omgivelsene til de stoffene som deltar i reaksjonen. Hvis du tar på posen der reaksjonen skjer vil det kjennes kaldt, fordi varmen overføres fra hånda di til stoffene i reaksjonen.

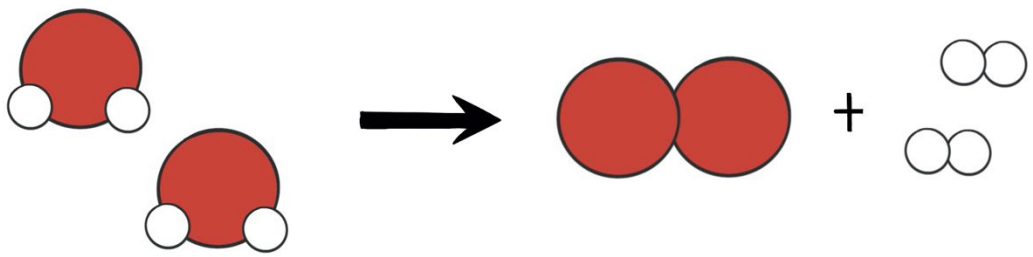
Når vi løser **ammoniumnitrat (NH_4NO_3)** i vann skjer det en spontan endoterm reaksjon. Denne reaksjonen er den samme som skjer i isposer ved bruk ved akutte idrettsskader.

Når vi løser **natriumklorid (NaCl)** i vann vil vi ikke kjenne noen temperaturendring.

De tre saltene i dette forsøket viser tre ulike eksempler på temperaturendringer knyttet til kjemiske reaksjoner.

Plansje til posten

Bruk samtalen fra U2 og tema fra plansje 3 (kjemiske reaksjoner) aktivt på denne posten.



Illustrasjon: Dina Pedersen/NTNU

Oppgave 3 – Tørris

Tidsbruk: 20 min

Dette forsøket viser noen kjemiske reaksjoner der det dannes gasser, og det viser at kjemiske reaksjoner kan være synlig gjennom faseoverganger.

Tørris er karbondioksid som er frosset til fast form, og ser ut som is. Den smelter ikke til væskeform når den blir varmet opp, men sublimerer – det vil si at den går rett over i gassform. I vanlig bruk vil tørrisen holde en temperatur på -78,5°C.

Formål

De tre vanligste fasene et stoff kan ha er fast stoff, væske og gass. De vanligste faseovergangene er mellom fast stoff og væske, eller mellom væske og gass. Vi kaller disse faseovergangene for smelting/størkning eller koking/kondensering. Det skjer også faseoverganger direkte fra fast stoff til gass, og det kalles sublimering. Forsøket med tørris gir elevene erfaring med sublimering av tørris (fast CO_2), et stoff som ikke har en flytende fase ved vanlig lufttrykk.

Læreplanmål

- utforske faseoverganger og kjemiske reaksjoner og beskrive hva som kjennetegner dem
- bruke partikkelmodellen til å forklare faseoverganger og egenskapene til faste stoffer, væsker og gasser

Utstyr

- 250 ml målesylinder
- 250 ml begerglass
- Votter eller arbeidshansker
- Engangshanske
- Skål
- Telys
- Fyrstikker
- Hammer

Kjemikalier

- Tørris
- Yamada multi-indikator
- NaOH-løsning (0,1 M)
- HCl-løsning (0,1 M)
- Romtemperert vann

Sikkerhet

Ha respekt for tørris. Ikke hold den mot bar hud.
Bruk hansker hvis du skal holde tørrisen over tid.

Framgangsmåte

Tørris-hockey

1. Knus tørrisen og legg noen biter på en plan bordplate eller lab-benken.
2. Send den fram og tilbake som en ishockeypuck.
3. Prøv å få den til å «sveve» på bordet.
4. Ha noen dråper vann på bordet og send tørrisbitene gjennom vanndråpene.

Identifisere pH-forandring med bruk av tørris

1. Tilsett litt multi-indikator i målesylinderen
2. Fyll målesylinderen ca. halvfull med vann – sjekk at vannet får en tydelig farge, ev. tilsett mer indikator
3. Tilsett NaOH-løsning til vannet med multi-indikatoren blir tydelig lilla. **NB! NaOH tilsettes av stud.ass!**
4. Ha i noen biter tørris. Se hva som skjer.
5. Tilsett ca. 10 ml 0,1M HCl. Hva skjer?
6. Se på fargeforandringene. Når fargeforandringene slutter kan du prøve å dra inn røyken gjennom nesa og kjenne på lukten.
7. For å gjøre forsøket en gang til kan det tilsettes NaOH på nytt til fargen blir lilla og en ny bit tørris kan slippes oppi.

Hvor blir det av CO_2-gassen?

1. Legg en tørrisbit i en engangshanske og knyt igjen. Hva skjer?
2. Tenn telyset i skåla med vann.
3. Legg små tørrisbiter i skåla. Hva skjer med lyset?
4. Prøv å tenne på lyset med en fyrstikk. Går det?
5. Vift bort CO_2-gassen og prøv å tenne på lyset på nytt

Observer/spørsmål til diskusjon

- Hvorfor «svever» tørrisbitene på bordplata?
- Hva gjør at det ryker av tørris og vann?
- Hvorfor skifter indikatoren farge?
- Hvorfor skifter fargen flere ganger?
- Hva skjer når dere legger tørris på vekta?

Teori

Det er sublimeringen som gjør at tørrisbitene «svever» på bordplatene. Når tørrisen kommer i kontakt med bordet vil den avgi gass så raskt at isbiten «svever» på et gasslag, noe som gjør at det blir veldig lav friksjon.

Egentlig er vanndamp og CO_2-gass usynlig. Derfor er det litt underlig at det kommer «røyk» når man slipper en bit av tørris i vann. Det som skjer, er at det det dannes en boble av CO_2-gass rundt tørrisbiten når den sublimerer. Det vil komme litt vanndamp inn i boblen. Denne dampen kondenseres til små dråper og blir med CO_2-boblen når den flyter opp. Når boblen kommer til overflaten, vil de små vanndråpene danne en slags tåke eller røyk.

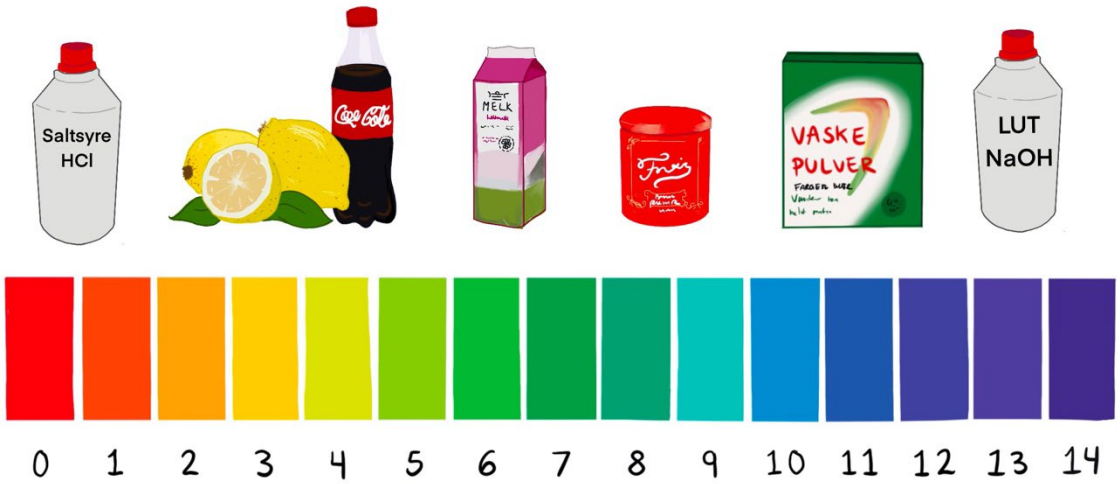
Tørris består av CO_2 i fast form. Hvis vi løser opp CO_2 i vann får vi dannet kullsyre ($CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$). Dette forklarer at vannet blir surt når tørrisen tilsettes. Indikatoren gjør at vannet med tilsatt NaOH vil være lilla i starten. Etter hvert som stadig mer CO_2 løses i vann vil løsningen gradvis bli surere. Yamada multi-indikator har flere omslagspunkt slik at fargen vil endres ved hvert omslagspunkt:

pH	Beskrivelse	Farge
< 3	Veldig surt	Rød
3–6	Litt surt	Gul/oransje
7	Nøytral	Grønn
8–11	Svakt basisk	Blå
> 11	Sterkt basisk	Lilla

Hvor blir det av CO_2-gassen?
CO_2-gassen er tyngre enn gassene som er i lufta og samler seg derfor i bunnen av skåla. Telyset trenger oksygen for å brenne, så når nok CO_2-gass har samlet seg, fortrenges oksygenet, og lyset slokker. Når vi vifter med hånda ned i skåla, virvles CO_2-gassen opp, og nytt oksygen kommer til. Vi kan da tenne på lyset igjen.

Plansjer til posten

pH-plakat



Illustrasjon: Dina Pedersen/NTNU

Faseoverganger

Illustrasjon: Dina Pedersen/NTNU

Oppgave 4 – Flytende nitrogen

Tidsbruk: 20 min

Flytende nitrogen er laget ved å avkjøle luft. Nitrogen har et kokepunkt på -196°C. Flytende nitrogen har derfor denne temperaturen.

Formål

All fordamping krever varme, og siden det damper av nitrogen hele tiden vil temperaturen holde seg på kokepunktet. Det gjør at vi kan se hva som skjer med stoffer ved svært lave temperaturer. I dette forsøket vil vi se spesielt på hva som skjer med salatblad og luft.

Læreplanmål

- utforske faseoverganger og kjemiske reaksjoner og beskrive hva som kjennetegner dem
- bruke partikkelmodellen til å forklare faseoverganger og egenskapene til faste stoffer, væsker og gasser

Utstyr

- Isoporskål
- Plastunderlag
- En ren termos uten skrulokk
- Pølseklype i tre
- Ballonger
- Isoporboks
- Sil

Kjemikalier

- Vann
- Salatblad
- Flytende nitrogen

Sikkerhet

Ha respekt for flytende nitrogen!
Ikke ha flytende nitrogen i lukket beholder der det kan bygge seg opp trykk.
La de blå nitrogenbeholderne stå på gulvet med klipsene på.

Ikke tøm på klærne.

Framgangsmåte

Fryse salatblad

1. Fyll nitrogen fra en av de blå beholderne og over på termos.
2. Hell litt nitrogen fra termosen over i ei isoporskål.
3. Legg oppi et salatblad og la det ligge en liten stund.
4. Løft opp salatbladet med pølseklypa og legg det på plastunderlaget.
5. Slå på salatbladet med pølseklypa – hva skjer?
6. Rydd opp salatrestene og kast i søpla. Resten av nitrogenet kan helles i den store isoporboksen – bruk sil så salatrestene blir rensket ut.

Ballonger

1. Fyll litt nitrogen fra termosen over i den store isoporboksen.
2. Se hvor mange ballonger dere klarer å dytte ned i boksen. *Vær forsiktig så dere ikke er borti nitrogenet!* Elevene kan godt bruke pølseklypa til å dytte ballongene ned.
3. Ta ut ballongene med pølseklypa og la dem utvide seg til normal størrelse igjen.
4. Rydd opp alt av rot.

Ballonger på magnettavle

1. Bruk ballongfigurene og magnetene for å forklare teorien – se forklaring under

Observer/spørsmål til diskusjon

- Hva skjer med ballongene når de dyttes ned i nitrogenet?
- Hvorfor blir ballongene mindre når de dyttes ned i nitrogenet?

Teori

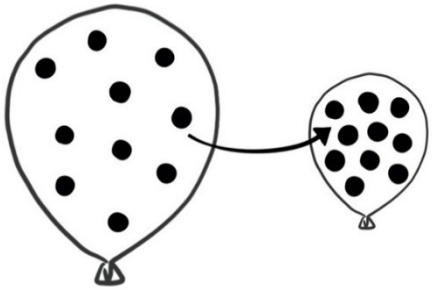
Flytende nitrogen lages ved å komprimere nitrogenet i lufta og avkjøle den til den blir flytende. Når trykket senkes vil nitrogenet begynne å koke, og fordampingen krever varme. Dermed holder nitrogenet seg på kokepunktet (-196°C) helt til det er dampet bort.

I forsøket med salatblad er det vannmolekylene inni salaten som endrer fase, og det er det vi skal observere. Molekylene er fleksible og kan bevege seg i forhold til hverandre ved romtemperatur, som også gjør at salaten har blir myk og fleksibel. Når vi kjøler ned salaten vil vannmolekylene plassere seg ulikt i forhold til hverandre, i et system som ikke er like fleksibelt. Dette gjør at salaten blir hard, og til og med sprø.

Glass er et annet eksempel på et stoff som endrer egenskaper ved ulike temperatur. Ved oppvarming kan glass bli så mykt og fleksibelt at det kan blåses opp, nærmest som en gummiballong. Ved romtemperatur er glass hardt og knuser om det får et hardt støt.

Ballongforsøket viser tydelig at gassvolum er avhengig av temperaturen. Dette fenomenet var utgangspunktet da Kelvin foreslo at det finnes et absolutt nullpunkt (da volumet av en gass blir 0).

Dette kan vi også demonstrere med magnettavle og magneter som representerer atomer. Tavla viser to ballonger i ulik størrelse. Gjennom å plassere atomene ulikt fordelt i de to ballongene kan vi illustrere at like mange atomer kan oppta ulikt volum.



Magnetene flyttes altså fra den ene ballongen til den andre mens dere forklarer at det kun er *volumet* til ballongen som endrer seg. Det er fortsatt like mange atomer og de ser fortsatt helt like ut. Det har heller ikke skjedd en kjemisk reaksjon, atomene bare tar mindre plass fordi de har mindre bevegelse i kaldere temperatur.

Plansje til posten

Illustrasjon: Dina Pedersen/NTNU

Figuren viser hvordan molekyler fordeles ulikt i ulike faser, og at de tar ulik mengde plass. Kjemiske bindinger er illustrert med stiplete linjer.

Oppgave 5 – Salt løses i vann

Tidsbruk oppgave 5–7: 1,5 timer

Dette forsøket viser at kjemiske reaksjoner kan kjennetegnes gjennom endringer i tetthet

Når vi blander salt med vann sier vi at vi ***løser salt i vann.*** Det betyr at de bindingene som holder saltet sammen brytes og saltet blir delt opp, og at de nye delene former nye bindinger med vannet.

Formål

I dette forsøket skal elevene blande vann og salt, og diskutere hva som skjer med saltet. Det er også et mål at elevene skal bli bedre kjent med forskjellen mellom observasjon og konklusjon.

Læreplanmål

- Bruke partikkelmodellen til å forklare faseoverganger og egenskapene til faste stoffer, væsker og gasser
- Bruke og vurdere modeller som representerer fenomener man ikke kan observere direkte
- Skille mellom observasjoner og slutninger, organisere data, bruke årsak-virkning-argumenter, trekke slutninger, vurdere feilkilder og presentere funn.

Utstyr

- 1 begerglass, 250 ml
- 2 plastreagensrør
- Stativ til reagensrør
- 2 urglass
- 1 pipette
- 1 teskje (avklipt pipette)
- Eppendorfrør
- Ferdig bygd saltpartikkelmodell og vannmolekyl
- Vannkoker
- Stereolupe

Kjemikalier

- Destillert vann – H_2O
- Bordsalt, natriumklorid – NaCl
- Rødt blodlutsalt – $K_3Fe(CN)_6$

Framgangsmåte

1. Tilsett noen korn bordsalt (NaCl) på et urglass.
2. Studenten drysser noen få korn blodlutsalt fra eppendorfrøret på samme urglass.
3. Studer saltene gjennom stereolupe og beskriv til hverandre hvordan de ser ut.
4. Fyll et reagensrør ca. halvfullt med destillert vann.
5. Tilsett ½ teskje NaCl i reagensrøret. Observer i ca. 2–3 minutter og beskriv for hverandre hva som skjer. Er det forskjell på det som skjer med en gang og det som skjer etter hvert?
6. Fyll et annet reagensrør halvfullt med destillert vann. Tilsett rødt blodlutsalt fra eppendorfrøret. Observer og beskriv for hverandre hva som skjer.
7. Varm opp vann i en vannkoker til vannet koker. Hell ca. 150 ml av det varme vannet i et begerglass. Sett reagensrørene med salt ned i begerglasset.
8. Etter 2–3 min, løft reagensrørene opp fra begerglasset, tørk av vanndråper på utsiden av reagensrørene og vipp rørene sakte fra side til side. Hvordan vil dere beskrive vannet (løsningen) i reagensrørene?

Tips til veiledning:
Det er viktig å hjelpe dem til å oppdage at vannløsningen rett over saltkornene i bunnen av reagensrøret har en litt annen konsistens enn vannet øverst i reagensrøret. For å lettere observere dette fenomenet, løft reagensrøret mot lyset fra et vindu og hjelp eventuelt til med å gjøre bevegelsen (vippingen av røret) sakte nok.

I punkt 9 er det viktig å pipettere bare saltvann, og ikke krystaller fra saltet i bunnen. Øv litt på pipettering med elevene slik at de kan teknikken før de starter på neste punkt.

9. Bruk pipetten til å suge opp saltvann fra der vannet har en «seigere» konsistens, fra begge reagensrørene. Drypp et par dråper av dette saltvannet på et nytt urglass.
10. Sett urglasset til side og la det stå i fred.
11. Rydd opp resten av utstyret – vannet med blodlutsalt helles i egen beholder, resten skylles i vasken.

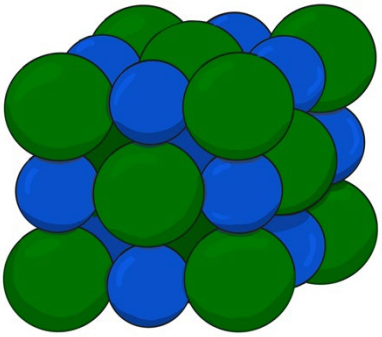
Teori

Før elevene går videre til oppgave 6 er det hensiktsmessig å diskutere litt sammen med elevene.

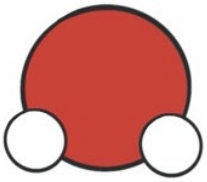
Viktige poeng å få frem i dette forsøket:

- Bordsalt er bare én type salt, det finnes mange ulike salter
- Bordsalt er satt sammen av atomene natrium og klor
- Vann er satt sammen av atomene hydrogen og oksygen

Bruk gjerne modellene i diskusjonen.

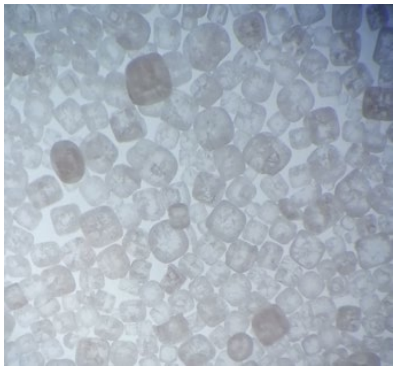


Saltkrystall, NaCl



Vannmolekyl

Illustrasjoner: Dina Pedersen/NTNU



Bordsalt under stereolupe

Oppgave 6 – Bygg modeller av salt og vann

Denne oppgaven er en fortsettelse av oppgave 5.

Utstyr

- Plastelina og tannpirkere

Framgangsmåte

1. Gi elevene beskjed om å bygge 12 vannmolekyl, 4 kloratomer og 4 natriumatomer, slik de tror de ser ut. De kan også prøve å sette dem sammen slik de tror de skal være i saltvann.

Tips til veiledning
Ikke bli fristet til å veilede dem til å bygge «riktig». Det er derimot viktig å fortelle elevene omtrent hvor store/små de ulike kulene av atomene og ionene bør være. Hydrogen er minst i størrelse, oksygen litt større, natriumion enda litt større og kloridionet er størst. Det kan være lurt å ikke bygge kulene for store, for da går det med så mye plastelina. Fargene til de ulike atomene er slik som i Plansje 1:

Oksygen – rød
Hydrogen – hvit
Klor – grønn
Natrium – blå

2. Forklar at de nå skal få se en video som illustrerer hvordan atomene i saltet går hver til sitt og hvordan vannet binder seg til hver av dem.

3. Sett på videoen

Tips til veiledning:
Videoen skal veilede elevene til en bedre forståelse for hva som skjer når saltet møter vann. Målet er at videoen skal la elevene selv korrigere plastelina-modellene, dersom de er uriktige.

4. La elevene gå tilbake til plastelinaen og gjøre eventuelle justeringer. Henvis til videoen for å veilede dem, og forklar med ladning dersom de er mottakelige for det.

Når elevene er ferdig, kan dere diskutere hva de har lært. Forslag til spørsmål:

- Hvilke atomer har vi jobbet med?
- Hvilke atomer er i vann, og hvilke er i bordsalt?
- Hva skjer med atomene som saltet består av når de møter vann?

5. Helt til slutt: Ta modellene fra hverandre og rydd plastelinaen tilbake i posene. Sorter etter farge!

Teori

Et viktig poeng å få fram i dette forsøket:

- Når bordsalt løses i vann, brytes bindingene mellom atomene natrium og klor og det dannes nye bindinger mellom natrium og vannet rundt, og klor og vannet rundt.

Videoen *How water dissolves salt* viser godt hvordan partiklene blir dratt fra hverandre.

Hvordan klarer vannet å bryte opp saltpartiklene på denne måten?
For å få svar på dette må vi se nærmere på vannmolekylet.

I videoen så vi at vannmolekylet har en negativ ladning ved oksygensiden og en positiv ladning ved hydrogenatomene. I tillegg så vi at natrium hadde en positiv ladning og klor hadde en negativ ladning. Det positive trekkes mot det negative, og vice versa.

Se an om elevene er klare for å forstå mer og det er tid nok til å ta med denne forklaringen om at det er elektronene i atomene som gir de ulike ladningene, både i saltpartiklene og i vannmolekylet. Natriumionet er positivt fordi det mangler et elektron, kloridionet er negativt fordi det har et ekstra elektron, og i vannmolekylet er litt overskudd av elektroner på den ene siden, og litt underskudd av elektroner på den andre siden. Bruk modellene aktivt hvis dere forklarer dette.

Diskusjon

Et viktig poeng å diskutere med elevene helt til slutt:

- Er det forskjell på observasjon og slutning/konklusjon?

Oppgave 7 – Få en potet til å flyte i vann

I denne oppgaven skal elevene lære om ulike saltvannsløsninger og deres egenskaper. Dere kan nevne at det er mange ulike typer vann i naturen, og at det finnes innsjøer med ferskvann og innsjøer med vann som er så salt at det har et saltinnhold på 25–34 %, som eksempelvis Dødehavet. Havet langs norskekysten har 3,5 % saltinnhold. Kanskje har flere av elevene smakt på havvann her i Norge og kjent på hvor salt det er, så de kan tenke seg hvor salt det er i Dødehavet!

Formål

I dette forsøket skal elevene få et oppdrag. Det finnes flere måter å løse oppdraget på, så derfor får de ikke en oppskrift på hvordan de skal gjøre forsøket. Studenten skal gi noen ledetråder før elevene starter, og elevene kan når som helst spørre studenten hvis de ønsker å diskutere plan for fremgangsmåte.

Læreplanmål

- stille spørsmål og lage hypoteser om naturfaglige fenomener, identifisere variabler og samle data for å finne svar.
- skille mellom observasjoner og slutninger, organisere data, bruke årsak-virkning-argumenter, trekke slutninger, vurdere feilkilder og presentere funn

Oppdraget

Målet er å lage ulike «lag» med saltvann, og å få en potetbit til å flyte i det midterste laget. Bildet til høyre viser hvordan det kan se ut. Kan elevene bruke den kunnskapen de nå har utviklet om saltvann for få det til?

Student demonstrerer:

Vis to begerglass, et med mettet saltvannsløsning og et med rent vann uten salt. Slipp potetbiter i begge glassene, og poteten vil synke i det ene og flyte på toppen av væsken i det andre.
Ikke si noe om hvor mye salt som er i begerglassene.

Ha to fargede løsninger klare (en mettet løsning, og en med rent vann) og vis hvordan man skal pipettere den øverste væsken forsiktig over i et reagensrør slik at væskelagene blir liggende oppå hverandre.
Ikke si hvilken løsning som inneholder mest salt.

Utstyr

- 1 skje (skal bare brukes i NaCl, ikke i vannet)
- 3 rørepinner (brukes for å røre ut NaCl i vann)
- 3 begerglass, 100 ml
- 3 reagensrør
- Pipetter
- Ark og blyant
- Kniv og skjærefjøl
- 1 pinsett

Kjemikalier/stoffer

- Vann – H_2O
- Bordsalt, natriumklorid – NaCl, utlevert i en lukket plastboks
- 3 ulike konditorfarger – utlevert i små flasker med dryppefunksjon
- Potet

Forslag til framgangsmåte/veiledning

1. Tenk på hvor mye salt dere trenger i vannet. Hvor mye salt må det være i vannet for at en potetbit skal flyte?
2. Planlegg 3 ulike saltvannsløsninger.
3. Skriv ned hvor mye salt og vann dere har i de ulike løsningene. På denne måten blir det enklere å gjøre endring på saltmengde dersom forsøket dere gjør første gang ikke fungerer.
4. Tilsett ulike konditorfarger til saltvannsløsningene dere har laget. Pass på at fargen ikke blir for mørk, for da vises ikke potetbiten når du slipper den i vannet.
5. Husk hvordan studenten viste hvordan dere kan få saltvannslagene til å flyte oppå hverandre
6. Lag en hypotese for hvorfor og hvordan saltvannsløsningene dere har laget vil flyte oppå hverandre.
7. Hvor stor skal potetbiten være? Tips: Den må ikke være så stor at den kiler seg fast i glassveggen i reagensrøret.
8. Lag en hypotese for hvorfor potetbiten vil flyte i det midterste saltvannslaget i reagensrøret.
9. Hvordan slipper dere potetbiten oppi reagensrøret? Tips: Vær forsiktig! Bruk pinsetten for å gjøre det sakte og kontrollert.
10. Hvis dere ikke får potetbiten til å flyte slik dere vil i første forsøk, lag en ny plan og gjør nytt eksperiment (punkt 2–8) basert på den nye planen dere lager.

Når alle er ferdige og har fått poteten til å flyte må de rydde på plassen sin – skyll alle reagensrør og pipetter og tørk opp søl.

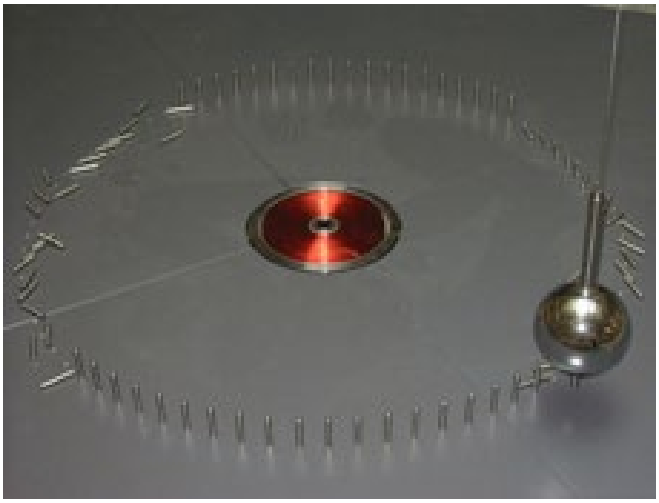
Tilbakeblikk til oppgave 5

Når elevgruppene har utført oppdraget med flytende potet, går de tilbake og sjekker urglasset de satte fra seg i oppgave 5.

- Sjekk urglasset, og let etter dråpen dere pipetterte på glasset. Hva har skjedd?
- Legg urglasset under stereolupen. Beskriv det dere ser. Sammenlign med det andre urglasset dere har saltkorn på. Er det forskjell?
- Se på en annens gruppe saltkrystaller. Er det forskjell på gruppenes krystaller, eller er alle like?
- Hvilken gruppe har klart å lage de fineste saltkrystallene, syns dere?

Ekstraoppgave – Foucaults pendel

Dersom dere har ekstra tid, vis gjerne fram Foucaults pendelforsøk, som viser at jorda roterer om sin egen akse.



Foucaultpendelen som henger i Realfagbygget er en kopi av fysikeren Jean Bernard Léon Foucaults berømte demonstrasjon i Pantheon, Paris i 1851.

Foucaults pendelforsøk var den første laboratoriedemonstrasjon som viste at jorda roterer om sin egen akse. Dette er fortsatt det enkleste og mest visuelle bevis på jordens rotasjon.

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.

Pendelen ved NTNU er en 40 kilo tung stålkule med en diameter på 20 centimeter og henger i en 25 meter lang wire. Den er Norges største.

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 pende

Foto: Ingeborg Berg/NTNU

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

I Kjemiløypa får elever på 7. trinn komme til NTNU Gløshaugen og gjøre ulike kjemiforsøk og aktiviteter. Dette inkluderer blant annet eksoterme og endoterme reaksjoner og eksperimenter med salt, vann, jod, flytende nitrogen og tørris.

Kjemiløypa er en del av Realfagløypene. Realfagløypene er støttet økonomisk av Fakultet for ingeniørvitenskap, Fakultet for naturvitenskap, Fakultet for informasjons-teknologi og elektroteknikk, Fakultet for økonomi, Trøndelag fylkeskommune og Samarbeidsforum.

Ingeborg Berg
Prosjektleder for Realfagløypene
Skolelaboratoriet ved NTNU
E-post: ingeborg.berg@ntnu.no

NTNU

Skolelaboratoriet
for matematikk, naturfag og teknologi
www.ntnu.no/skolelab

Institutt for kjemi

Institutt for materialteknologi