

# SUR NEDBØR

Sur nedbør er et tema man ser på med bekymring i dagens verden. Når karbondioksidgass,  $\text{CO}_2$ , oppløses i vandrdåper i atmosfæren, skjer følgende reaksjon:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$

$\text{H}_2\text{CO}_3$  (karbonsyre) er en svak syre som fører til at regnet blir litt surt selv fra en atmosfære som ellers ikke er forurenset.

Svoveloksider, f.eks fra forbrenning av kull, som oppløses i regndråper forårsaker mer alvorlige problemer. Svoveltrioksid som oppløses gjør at det fremstilles svovelsyre,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , i henhold til ligningen:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

Surheten i en løsning kan uttrykkes ved hjelp av pH-skalaen, som varierer fra 0 til 14. Løsninger med pH over 7 er basiske, løsninger med pH under 7 er sure og en nøytral løsning har en pH på 7. I del 1 av dette eksperimentet, vil du studere effekten av  $\text{CO}_2$  som oppløses i destillert vann (som tilsvarer pH verdien i regnvann). Deretter vil du i del 2 av forsøket studere effektene av svovelsyre løst opp i vannprøver med forskjellig pH-verdi.

## MÅLSETNING MED FORSØKET

- Bruke en pH-måler til å måle pH-verdi
- Undersøke hvilken effekt  $\text{CO}_2$  i destillert vann har å si for pH-verdien.
- Undersøke effekten  $\text{H}_2\text{SO}_4$  har på pH-verdien i ulike vannprøver.
- Lære hvorfor noen vassdrag og elver er mer sårbare for surt regn enn andre.

## UTSTYR

- ✓ Chromebook, datamaskin, nettbrett eller mobil
- ✓ Grafisk analyse 4 applikasjon (kan lastes ned gratis fra denne nettsiden; <https://www.vernier.com/products/software/graphical-analysis/>)
- ✓ 1 stk GoDirect, pH-måler (art. 28308)
- ✓ Stativmaterieell som vist på Figur 1 (f.eks art. 01058 og 01053).
- ✓ 100 ml begerglass (art. 02003)
- ✓ Begerglass, 1000 ml (art. 02008)
- ✓ Sugerør
- ✓ 0,1 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (svovelsyre) (fortynnes fra art. 16287)
- ✓ Hardt vann (vann som inneholder kalsium- og magnesiumioner)
- ✓ Bløtt vann (vann som ikke inneholder kalsium- og magnesiumioner), i Norge tilsvarer dette vanlig springvann

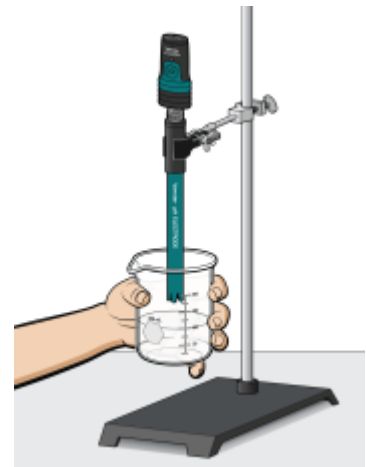



Figure 1

- ✓ Destillert vann (art. 16189)
- ✓ Buffer løsning (f.eks bufferløsning pH 7 art. 16513)
- ✓ Spruteflaske med destillert vann (art. 02159)
- ✓ Vernebriller (f.eks 15047)


## FREM GANGSMÅTE


1. Bruk vernebriller.
2. Start applikasjonen *Graphical Analysis*. Koble pH-måleren til Chromebook, datamaskin eller nettbrett etter anvisning fra lærer.

### Del 1. destillert vann og CO<sub>2</sub>:

3. Klikk eller trykk på *Tilstand* for å åpne innstillinger for datainnsamling. Endre innsamlings hastighet til 1 prøve/s og avslutt innsamling etter 100 sekunder. Klikk eller trykk på *Utført*.
4. Fjern pH-sensoren fra oppbevaringsvæsken den står lagret i. Bruk en spruteflaske fylt med destillert vann for å skylle pH-sensoren grundig. Fest pH-sensoren til stativklemmen på stativet som vist på *Figur 1*.
5. Klargjør en vannprøve med destillert vann:
  - a. Vask et 100 ml begerglass med destillert vann og tørk det med et papirhåndkle. **Merk:** Alle glassvarer må være rene i dette eksperimentet.
  - b. Fyll 50 ml destillert vann i det rene begeret.
  - c. Senk pH-sensoren ned i begeret med destillert vann og rør vannet litt rundt med pH-sensoren.
6. Klikk eller trykk på *Start* for å starte datainnsamlingen. Etter at pH-verdien på det destillerte vannet er registrert på grafen, bruk et sugerør til å blåse ned i det destillerte vannet så det bobler jevnt (utpusten din inneholder CO<sub>2</sub>) i 100 sekunder.
7. Klikk eller trykk på grafverktøy, , og velg Vis statistikk. Legg inn minimums- og maksimums pH-verdiene.
8. (valgfritt) Eksporter, last ned eller skriv ut grafen.

### Del 2. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> og destillert vann:

9. Endre datainnsamlingsmodus ved å gjøre følgende:
  - a. Klikk eller trykk på *Fil*, , og velg *Nytt forsøk*. Klikk eller trykk på *Datainnsamling*.
  - b. Klikk eller trykk på *Tilstand* for å åpne innstillinger for datainnsamling. Endre tilstand til *Hendelsesbasert*.
  - c. Skriv inn **Volum** som hendelsesnavn og **Dråper** som enhet. Klikk eller trykk på *Utført*.

10. Forbered pH-sensoren for bruk ved å gjøre følgende:
  - a. Skyll sensoren med destillert vann.
  - b. Plasser sensoren i "Oppbevaringsvæsken" og rør litt rundt.
  - c. Skyll sensoren med destillert vann på nytt.
  
11. Vask og tørk 100 ml begerglasset. Hell i en ny 50 ml porsjon av destillert vann. Sett pH-sensoren i det destillerte vannet.
  
12. Før du heller  $\text{H}_2\text{SO}_4$  -løsningen i begeret må dette gjøres:
  - a. Klikk eller trykk på *Start* for å starte datainnsamlingen.
  - b. Når pH-verdi har stabilisert seg, klikker du på *Behold*.
  - c. Skriv 0 (for 0 dråper lagt til) og klikk eller trykk på *Behold punkt* for å lagre data. Dette registrerer pH i vannet før det tilsettes  $\text{H}_2\text{SO}_4$  oppløsning.
  
13. Du er nå klar til å begynne å helle i  $\text{H}_2\text{SO}_4$  løsningen. **ADVARSEL:** Svovelsyreoppløsning,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , kan forårsake hud og alvorlig øyeirritasjon.
  - a. Tilsett 1 dråpe  $\text{H}_2\text{SO}_4$  løsning i begeret med destillert vann.
  - b. Rør i begeret for å sikre grundig blanding.
  - c. Når pH-verdi har stabilisert seg, klikker du eller trykker på *Behold*.
  - d. Skriv inn 1 (totalt antall dråper lagt til) og klikk eller trykk på *Behold punkt*.
  
14. Gjenta prosedyren i trinn 13 og skriv inn 2 dråper denne gangen.
  
15. Gjenta prosedyren i trinn 13 og skriv inn 3 dråper denne gangen.
  
16. Klikk eller trykk på *Stopp* for å stanse datainnsamlingen
  
17. Klikk eller trykk på grafverktøy, , og velg Vis statistikk. Lagre minimums og maksimums verdiene i datatabellen.

### **Del 3. $\text{H}_2\text{SO}_4$ og hardt vann:**

18. Samle inn data for  $\text{H}_2\text{SO}_4$  og hardt vann:
  - a. Rens pH-sensoren på samme måte som i punkt 10
  - b. Vask og tørk 100 ml begerglasset
  - c. Hell i 50 ml hardt vann i begerglasset, Senk pH-sensoren ned i begeret med destillert vann og rør vannet litt rundt med pH-sensoren.
  - d. Gjenta prosedyren i punkt 12-17.

**Del 4. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> og mykt vann:**

19. Gjenta prosedyren i punkt 18 for å innhente data om H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> og mykt vann.

**Del 5. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> og buffer løsning:**

20. Gjenta prosedyren i punkt 18 for å innhente data om H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> og buffer løsning.
21. (Valgfritt) Eksporter, last ned eller skriv ut en kopi av grafen med alle data settene. Hvis du vil vise en graf med flere datasett, trykker du på y-axis label og velger ønsket sett.
22. Før du lukker programvaren grafisk analyse, fortsett til delen BEHANDLING AV DATA.

**DATATABELL**

	Minimum pH	Maksimum pH	ΔpH
Del 1, Destillert vann og CO <sub>2</sub>			
Del 2, destillert vann og H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> oppløsning			
Del 3, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> og hardt vann			
Del 4, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> og mykt vann			
Del 4, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> og Buffer løsning			

**BEHANDLING AV DATA**

1. Beregn endringen i pH for del I og hvert av forsøkene i del II ved å subtrahere minimum pH-verdien fra maksimum pH-verdien.
2. Sammenlign ΔpH-verdiene. Hvilken test ga den største pH-endringen? Hvilken test ga den minste pH-endringen?
3. Bufferløsning er en vannløsning hvor pH-verdien endres lite når man tilsetter små mengder av en syre eller en base. Hva betyr dette når det gjelder resultatene i dette eksperimentet?
4. Hardt springvann har som regel en bra bufferkapasitet. Hva gjør at noen vannkilder kan sies å ha "hardt vann"?
5. Mange vannlevende organismer overlever ikke selv små endringer av pH-verdier i vannet de lever i. I hvilke typer vann vil levende organismer være mer truet av surt regn? Er det noen tiltak vi kan gjøre for å gi vassdrag bedre «buffer evne»? Forklar.

6. Det finnes mange kullkraftverk i Europa som gir gassutslipp til atmosfæren. Disse reagerer med vann i atmosfæren og gir sur nedbør. Men luftforurensning fra slike kraftverk i f.eks Tyskland er mer skadelige for det skandinaviske vannet enn det er lokalt i Tyskland. Bruk resultatene av dette eksperimentet for å forklare hvordan dette kan henge sammen.

### **UTVIDELSE AV FORSØKET:**

1. Bruk en ledningsevne sensor og en pH-sensor for å undersøke forholdet mellom ledningsevne og bufferevnen i forskjellige vassdrag.
2. Mål pH-verdien i regnvann under tordenvær. Er den annerledes enn i vanlig regnvær?
3. Mål pH -verdien på forskjellige steder i en elv for å se om den endres etterhvert som den strømmer gjennom landskapet, forskjellige byer og tettsteder.