



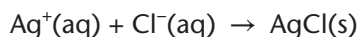
Bestemmelse af salt- og chloridkoncentrationen i vandmiljøet

Vandige miljøer indeholder opløste ionforbindelser. Havvand i Nordsøen indeholder fx omkring 35 g opløste salte pr. kg, fordelt på forskellige ioner, se figur 1. Det vil sige at masseprocenten af opløste salte er 3,5 %. Nogle af disse ioner er konservative stoffer. Det vil sige at de altid forekommer i samme forhold til hinanden i vandige miljøer. Hvis masseprocenten af opløste salte fx i en fjord er det halve af procenten i havvand, altså 1,75 %, så forekommer de konservative stoffer med den halve koncentration.

Der udføres to eksperimenter. I eksperiment 1 bestemmes den samlede koncentration af opløste salte fra et eller flere vandige miljøer, fx havvand og fjordvand. I eksperiment 2 bestemmes ved titrering stofmængdekoncentrationen af chlorid i prøver fra samme vandmiljøer. Desuden bestemmes stofmængdekoncentrationen af chlorid i hanevand.

Titration som metode og bestemmelse af koncentration af chlorid er nærmere beskrevet i kapitel 4 side 172-174.

I eksperiment 2 har titreringsreaktionen følgende ionreaktionsskema:

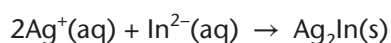


Inden titreringen tilsættes lidt af en opløsning af indikatoren 2,7-dichlorfluorescein, der har en gullig farve med grøn fluorescens. Når der dannes sølvchlorid som har en hvid farve, bliver opløsningen uigennemsigtig gul. Når titreringsreaktionens ækvivalenspunkt passerer, sker et farveskift fra gul til lyserød, se figur 2.



Figur 2. Indikatoren 2,7-dichlorfluorescein før titrering, under titrering og efter passage af ækvivalenspunkt.

Ionreaktionsskemaet for reaktionen med indikator kan opskrives således:

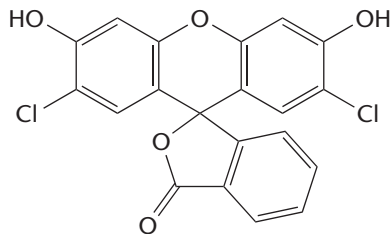


Ion	Koncentration (g/kg havvand)
Cl^-	19,35
Na^+	10,78
SO_4^{2-}	2,71
Mg^{2+}	1,28
Ca^{2+}	0,41
K^+	0,40
HCO_3^-	0,11
Br^-	0,07
BO_3^{2-}	0,02
Sr^{2+}	0,02

Figur 1. Koncentrationen af opløste salte i Nordsøen.



'In' er en forkortelse for indikatoren der har en kompliceret kemisk struktur, se figur 3. Sølvchlorid (AgCl) har en lavere opløselighed end sølv-indikatorforbindelsen (Ag_2In). Derfor vil sølv-ionerne først reagere med chlorid-ionerne i prøven, og dernæst med indikator-ioner.



Figur 3. Strukturformel for 2,7-dichlorfluorescein.

Eksperiment 1

Formålet med dette forsøg er at bestemme det totale indhold af salte i havvand og fjordvand ved inddampning. Desuden bestemmes densiteten af havvand og fjordvand.

Materialer

- Vægt
- Glaspetriskåle (plastik smelter!)
- Fuldpipette (25 mL) og pipettesuger
- Varmeskab

Fremgangsmåde

1. Bund eller låg af en ren tør petriskål af glas vejes ($m_{\text{skål før}}$) på vægt med to decimalers nøjagtighed. Aflæs resultatet med én decimals nøjagtighed. Notér skålens masse i nedenstående skema:

	$m_{\text{skål før}}$ (g)	$m_{\text{skål + vand}}$ (g)	$m_{\text{skål + tørstof}}$ (g)
Havvand			
Fjordvand			

2. Overfør 25,0 mL havvand med pipette til skålen, og vej skål med havvand ($m_{\text{skål + vand}}$). Notér i skema. Fremgangsmåden gentages med fjordvand.
3. Skålene med havvand/fjordvand henstilles i varmeskab ved f.eks. 150 °C, indtil vandet er fuldstændigt fordampet.
4. Skålene vejes igen ($m_{\text{skål + tørstof}}$). Notér i skema.



Efterbehandling

1. Beregn følgende fysiske størrelser og notér i nedenstående skema:
 - a. Massen af havvand og fjordvand (m_{vand})
 - b. Massen af tørstof (salte) i havvand og fjordvand ($m_{\text{tørstof}}$)
 - c. Masseprocenten af opløste salte i havvand og fjordvand ($c_{\% m}(\text{salte})$)
 - d. Densiteten af havvand og fjordvand (ρ_{vand})

	m_{vand} (g)	$m_{\text{tørstof}}$ (g)	$c_{\% m}(\text{salte})$ (%)	ρ_{vand} (g/mL)
Havvand				
Fjordvand				

Eksperiment 2

Formålet med dette forsøg er at bestemme stofmængdekonzentrationen af chlorid i havvand, fjordvand og hanevand ved titrering med en opløsning af sølvnitrat.

Materialer

- 0,0600 M $\text{AgNO}_3(\text{aq})$
- 0,1 % 2,7-dichlorfluorescein(aq)
- Vand fra vandmiljø (havvand, fjordvand)
- Hanevand
- Målekolbe (100 mL) m. prop
- 2 fuldpipetter (10 mL og 25 mL) med pipettesuger
- Stativ med klemme
- Burette
- Lille tragt
- Konisk kolbe (250 mL)
- Måleglas (10 mL)
- Magnetomrører + magnet

Fremgangsmåde

1. Havvand eller fjordvand skal fortyndes inden titreringen. Overfør 10,0 mL hav-/fjordvand med en pipette til en 100 mL målekolbe, hvorefter der fyldes op med demineraliseret vand til mærket på kolbens hals. Efter grundig omrystning er det fortyndede hav-/fjordvand klar til brug.
2. Overfør 25,0 mL fortyndet havvand med pipette til en 250 mL konisk kolbe. Tilsæt 5-10 dråber indikator.
3. Put en magnet i kolben, og anbring den på en magnetomrører



4. Fyld buretten fyldes med 0,0600 M AgNO_3 og nulstil den.
5. Titrer opløsningen i kolben med sølvnitratopløsningen fra buretten. Titreringen afbrydes når en enkelt dråbe fremkalder et farveskift fra gul til lyserød i kolben. Omslaget skal altså bestemmes med en dråbes nøjagtighed.
6. Derefter aflæses buretten.
7. Gentag titreringen med en anden vandprøve.

Efterbehandling

	$V(\text{AgNO}_3)$ (L)	$[\text{Cl}^-]_{\text{fortyndet prøve}}$ (mol/L)	$[\text{Cl}^-]_{\text{vandprøve}}$ (mol/L)	$c_{\% \text{ m/V}}(\text{NaCl})$ (%)	$c_{\% \text{ m}}(\text{NaCl})$ (%)
Havvand					
Fjordvand					
Hanevand					

Fremgangsmåden for beregninger efter titrering er beskrevet i kapitel 4 side 174-175.

1. Beregn stofmængden af AgNO_3 i de tilsatte volumener 0,0600 M AgNO_3 .
2. Beregn stofmængden af Ag^+ .
3. Bestem stofmængden af chlorid i 25,0 mL hhv. fortyndet havvand, fortyndet fjordvand og hanevand (se titreringsreaktionens reaktionsskema).
4. Beregn $[\text{Cl}^-]$ i fortyndet havvand og fortyndet fjordvand.
5. Hvad er $[\text{Cl}^-]$ i ufortyndet havvand, ufortyndet fjordvand samt hanevand?
6. Antag at chlorid udelukkende findes sammen med natrium-ioner, og beregn masse/volumenprocenten af NaCl.
7. Anvend densiteten af havvand og fjordvand fra forsøg 1 til at bestemme massen af 100 mL hhv. havvand og fjordvand, og beregn derefter masseprocenten af NaCl.
8. Sammenlign masseprocenten af NaCl med masseprocenten af salte som blev bestemt i eksperiment 1. Hvordan kan forskellen mellem de to tal forklares?
9. Vurdér hvilke fejlkilder der er ved de to eksperimenter.
10. Lav en samlet konklusion for de to eksperimenter.