

Tema: Salte i havvand og forsøg

Salte i havvand

Almindeligt køkkensalt, natriumklorid (NaCl) forekommer mange steder i naturen – enten som opløst i havvand eller som udfældninger i salthorste hvorfra det kan udvindes. Mange steder udvinder man salt fra havvand ved inddampning.

Forsøg

Bestemmelse af salt i havvand

Man kan eksperimentelt måle hvor meget salt der er opløst i en given mængde havvand. Ud fra dette resultat kan du give et skøn over hvor meget salt der er opløst i verdens oceaner.

Materialer

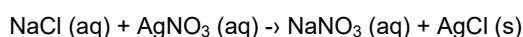
Havvand, natriumklorid (NaCl), en opløsning af sølvnitrat (AgNO₃, 0,1 M), måleglas (25 mL), vægt, filterpapir, demineraliseret vand, bægerglas (50 mL), 6 reagensglas, spatel.

Fremgangsmåde

1. Hæld henholdsvis 0,05 g, 0,10 g, 0,20 g, 0,30 g og 0,40 g NaCl i fem reagensglas.
2. Hæld 10 mL demineraliseret vand i hvert glas, og rør rundt med spatelen indtil saltet er opløst.
3. Hæld 10 mL havvand i det sjette reagensglas.
4. Hæld 10 mL sølvnitratopløsning i hvert af de seks glas.
5. Vej seks stykker filterpapir (skriv resultatet med blyant på selve papiret).
6. Filtrér blandingen fra punkt 4; sørg for at få hele udfældningen med.
7. Tør filterpapiret og vej det igen.
8. Udregn massen af filtratet.

Resultatbehandling

Når man blander opløsninger af NaCl med AgNO₃, sker der følgende reaktion:



aq betyder at stoffet er opløst i vand, og s at det fremkommer som en udfældning. Det stof man opsamler på filterpapiret, er altså AgCl (sølvklorid) hvorimod NaNO₃ (natriumnitrat) forbliver i opløsningen.

For de fem første opløsninger tegner du en graf med massen af NaCl ud af x-aksen og massen af AgCl ud af y-aksen. Hvis det ser fornuftigt ud, indlægges en ret linie gennem (0,0).

Ud fra den målte udfældning af AgCl i glasset med havvand, aflæser du nu på grafen hvor mange gram NaCl der var opløst i de 10 mL havvand.

Udregn hvor mange procent salt udgør af havvand (antag at 10 mL havvand vejer 10 g).

Saltprocenten afhænger selvfølgelig af hvor vandprøven er taget. Normalt ligger den på ca. 3,5 % i Vesterhavet, mens den visse steder i Østersøen ligger omkring 1,5 %.

Saltprocenten er forskellig i oceanerne, se figur 3. Kan du forklare variationerne mellem de forskellige områder?

Det samlede rumfang af jordens have er på ca. 1,3 milliarder km^3 (hvilket svarer til en masse på $1,3 \cdot 10^{21}$ kg). Find ud fra dette hvor mange kg salt der er opløst i verdenshavene.

For at få en fornemmelse af denne saltmængde, kan man forestille sig at man udvinder havenes salt og bygger et bjerg heraf. Hvis grundfladen af bjerget er kvadratisk med en sidelængde på 1 km, vil højden af bjerget være 27 millioner km; dvs. ca. en syvendedel af afstanden til solen. Tjek evt. selv denne udregning.

Disse eksempler viser at der ikke umiddelbart er nogen fare for en global saltmangel, selv om der selvfølgelig er områder hvor saltet ikke er så tilgængeligt som andre steder.

Fordeling af ioner i havvand

I havvand er der også andre salte end natriumklorid. Figur 1 viser en tabel over de vigtigste ioner.

Ion	Symbol	Andel (masse i %)
Klorid	Cl^-	55 %
Natrium	Na^+	31 %
Sulfat	SO_4^{2-}	7,7 %
Magnesium	Mg^{2+}	3,7 %
Calcium	Ca^{2+}	1,2 %
Kalium	K^+	1,1 %
Hydrogencarbonat	HCO_3^-	0,4 %
Bromid	Br^-	0,2 %

Figur 1. Ioner i havvand.

Øvelse – Interaktiv bestemmelse af saltfordeling i havvand

Mængdeforholdet mellem ioner i havvand er et resultat af opløsning og udfældning af salte gennem mange millioner år.

I denne øvelse skal du prøve at fremstille en opløsning som indeholder de samme mængder af ioner som i havet. Du skal ikke udføre øvelsen i praksis men som en simulering i et regneark. **Regnearket kan downloades her.**

Vi antager at vi har 10 forskellige salte i vores laboratorium – dem kan du se i figur 2 (som er et udsnit af regnearket). I regnearket kan du nu vælge hvor mange gram af det pågældende salt du opløser i fx 1 liter vand; dette gøres i den første orange søjle. Regnearket udregner nu hvor mange procent, der er af de forskellige ioner i opløsningen. Som en sammenligning er de korrekte andele også angivet i regnearket (2. orange søjle under 'Havet'). I sidste søjle kan man se hvor meget ens eget forslag afviger fra de virkelige værdier. Den samlede afvigelse ses nederst (med rødt i figur 2). I regnearket er der også nogle andre søjler, men dem behøver du ikke at spekulere nærmere over for at løse opgaven. Der er desuden som en hjælp et søjlediagram over afvigelsen for de enkelte ioner (dette opdateres automatisk, når man ændrer på massen af de forskellige salte).

Udfordringen er nu: Prøv at finde en fordeling af salte således at den samlede afvigelse bliver mindst mulig. Gør det evt. som en konkurrence i klassen, hvor I fx får 20 minutter til opgaven.

Salt i laboratoriet	Formel	Masse (g)
Natriumchlorid	NaCl	5
Natriumsulfat	Na ₂ SO ₄	1
Natriumhydrogencarbonat	NaHCO ₃	0,2
Natriumbromid	NaBr	0,1
Magnesiumsulfat	MgSO ₄	0,4
Calciumchlorid	CaCl ₂	0,2
Kaliumchlorid	KCl	0,1
Kaliumbromid	KBr	0,05
Kaliumsulfat	K ₂ SO ₄	0,1
Magnesiumklorid	MgCl ₂	0,3

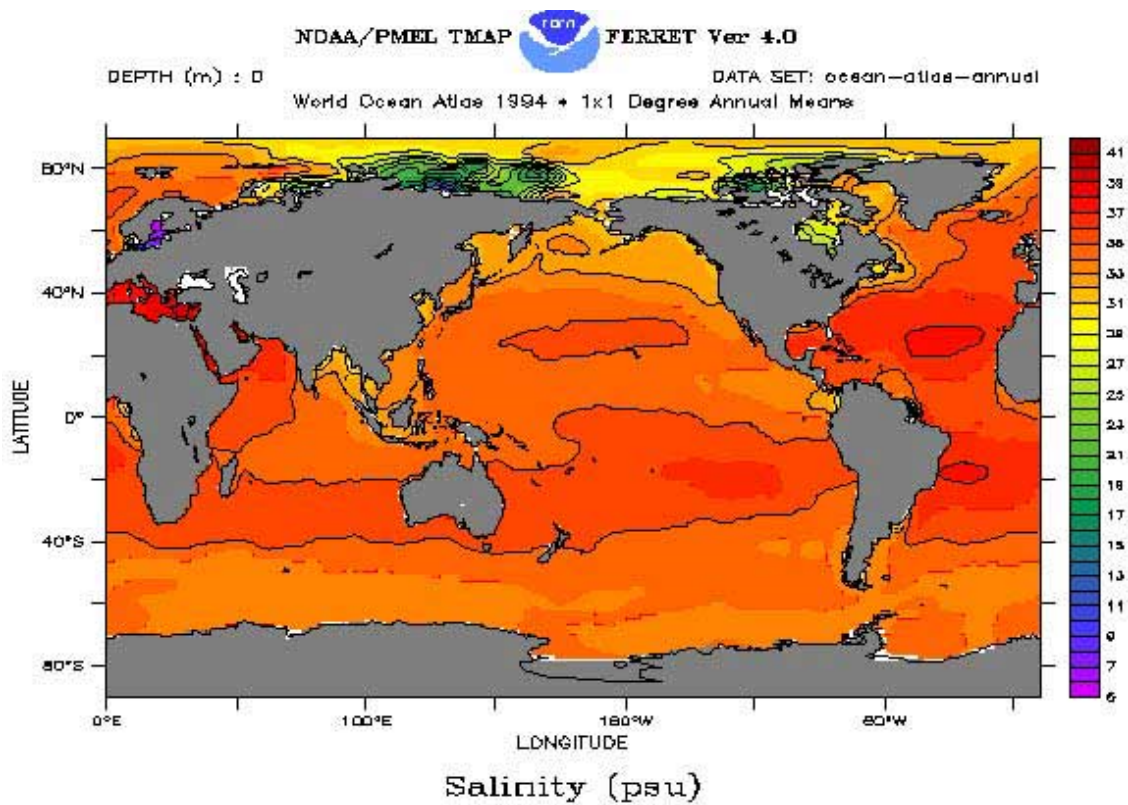
Ioner	Havet	Laboratorie	
	Andel	Masse%	Afvigelse
Na ⁺	31	31,8	0,8
Mg ²⁺	3,7	2,1	-1,6
Ca ²⁺	1,2	1,0	-0,2
K ⁺	1,1	1,5	0,4
Cl ⁻	55	46,1	-8,9
SO ₄ ²⁻	7,7	14,1	6,4
HCO ₃ ⁻	0,4	2,0	1,6
Br	0,2	1,5	1,3
		100	21,2

Figur 3. Udsnit af regneark.

Efterbehandling

Når du har et forslag på en fordeling af de opløste salte, kan du besvare følgende:

1. Hvilket salt vil der være mest af hvis man inddamper noget havvand?
2. Hvor meget udgør dette salt af den samlede saltmængde – kan du finde masseprocenten?
3. Prøv at finde oplysninger om indholdet af ioner i fx Middelhavssalt og sammenlign med almindelig salt.
Prøv at forklare en evt. forskel.



Figur 3. Saltprocenten i verdens oceaner. Kilde: National Oceanic and Atmospheric Administration/Department of Commerce.