

Globalt experiment under KEMINS ÅR

Saltvatten

I det här dokumentet finns en beskrivning av **Saltvattenuppgiften**, som är en del av det globala experimentet som genomförs under KEMINS ÅR 2011.

Nästan allt vatten som finns på jorden innehåller salt och är därmed en saltlösning. I den här uppgiften inbjuds eleverna att mäta saliniteten i ett saltvattenprov. Genom analyserna kommer eleverna lära sig mer om lösningars egenskaper och havsvattens sammansättning. Om elevernas resultat rapporteras in till den globala databasen bidrar de till att skapa en global översikt över saliniteten.



Uppgiften kan göras som en del av de fyra uppgifter som tillsammans utgör det globala experimentet. Den kan också utföras som en enskild uppgift som gör att eleverna på så sätt deltar i KEMINS ÅR 2011.

Innehåll

- Instruktioner för hur man rapporterar resultaten till den globala databasen 1
- Instruktioner för uppgiften 2
- Elevens resultatblad 4
- Klassens resultatblad 6
- Information till läraren 7
- Elevens resultatblad (exempel på hur det kan fyllas i) 11

Rapport till den globala experimentdatabasen

Följande information bör rapporteras till den globala databasen. Om ni redan tidigare har lämnat information om skolan och platsen i samband med någon annan uppgift bör de nya resultaten kopplas till det ni tidigare lämnat in.

Datum för provtagning: _____

Typ av vatten: _____ (hav, flodmynning, sjö etc.)

Vattnets salinitet: _____ (g/kg)

Plats där provet togs: _____ (beskriv platsen)

Antal deltagande elever: _____

Skolans/klassens registreringsnummer: _____

Undersökning av saltvatten

Vatten har en speciell plats i allas våra liv! Det finns mycket vatten (cirka 70 % av jordens yta täcks av vatten) och mer än halva din vikt består av vatten. Fokus för den här uppgiften är en av de egenskaper som gör vatten livsviktigt, nämligen förmågan att kunna lösa en rad olika ämnen. Många ämnen, som socker eller salt, förefaller försvinna när de löses i vatten. Men skenet bedrar, de kan fås tillbaka genom förångning av vattnet.

Uppgiften använder denna egenskap för att mäta mängden salt i några naturliga vatten. Kemister mäter mängden av många ämnen som finns i vattenprov och vi kan använda informationen till att både förstå hur världen fungerar och att hålla oss vid god hälsa.

Metod – Mätning av saliniteten

1. Ta ett prov havsvatten (minst 100 ml), Östersjövatten (0,5-1 liter) eller något annat vatten med märkbart saltinnehåll. (Om möjligt så kan det här provet också användas till uppgiften Planetens pH.)
2. Väg en skål noggrant och anteckna resultatet i Elevens resultatrapport: skålens massa = m_D .
3. Mät volymen av ca 100 ml vatten så noggrant som möjligt och håll vattnet i skålen, anteckna volymen = V_W
4. Väg skålen+vattnet och anteckna vikten = m_{D+W} .

Utrustning

- Grund glas- eller plastskål eller petriskål (helst genomskinlig så är det enklare att se saltet).
- Ett lock till skålen, som tillåter luften att cirkulera.
- Mätcylinder eller graderad kanna.
- Våg med noggrannheten 0,1 gram för att väga skålen med vatten (se metod).

Förånga vattnet med en av följande två metoder:

5. **ANTINGEN – Avdunstning med hjälp av solen:** placera skålen i direkt solljus. Om skålen behöver skyddas mot föroreningar, täck den med ett genomskinligt lock som låter luften cirkulera. Avdunstningen kan ta mer än en dag, kontrollera därför skålen regelbundet.
6. **ELLER – Avdunstning med hjälp av en värmeplatta:** Värm en värmeplatta till ca 80°C och placera skålen på den. Håll uppsikt så att vattnet inte kokar eller stänker.

Kontroll av torrheten – utför den här kontrollen noggrant för att försäkra dig om att allt vatten förångats. Processen kallas torkning till konstant vikt.

7. Väg skålen med saltet och anteckna vikten i Elevens resultatrapport.
8. Sätt tillbaka skålen i solljuset eller på värmeplattan. Lämna den i 15-30 minuter.



9. Låt skålen svalna och väg den igen. Anteckna resultatet.
10. Om den andra vikten är lägre än den första så görs proceduren om igen från punkt 8.
11. Fortsätt till dess vikten inte ändras.
12. Anteckna den slutliga vikten = m_{D+S} .

Beräkning av saliniteten

13. Beräkna först mängden salt genom att dra bort skålens egen vikt från skålen + saltets vikt enligt formeln:

$$\text{Saltets vikt} \quad m_S = m_{D+S} - m_D \quad (\text{g})$$

14. Beräkna nu saltvattnets massa i experimentet:

$$\text{Saltvattnets vikt} \quad m_{SW} = m_{D+SW} - m_D \quad (\text{g})$$

15. Beräkna till slut saliniteten enligt formeln nedan:

$$\text{Absolut salinitet} \quad S = \frac{m_S}{m_{SW}} \times 1000 \quad (\text{g/kg})$$

Det här är det värde, som du ska ge till din lärare för att bidra till klassens medelvärde, vilket sedan kommer att skickas in till den globala databasen!

Frivillig uppgift – Mätning av saliniteten i andra prov

Repetera mätningarna och beräkningen av saliniteten i ett annat vattenprov, om det finns tillgängligt.

Frivillig uppgift – Mätning av saliniteten med hjälp av en konduktivitetsmätare

Om en konduktivitetsmätare (ledningsförmågemätare) finns tillgänglig, kan den användas till att mäta saliniteten. Fråga din lärare.

Elevens resultatblad

Anteckna resultaten av din salinitetsanalys i följande tabell och svara sedan på frågorna nedan:

		Saltvatten- prov	Annat prov (valfritt)
Skålens vikt m_D	(g)		
Saltvattnets volym V_{SW}	(ml)		
Skålen+vattnets vikt m_{D+SW}	(g)		
Torkning till konstant vikt			
Skålen+saltets vikt – första vägningen	(g)		
Skålen+saltets vikt – andra vägningen	(g)		
Skålen+saltets vikt – tredje vägningen	(g)		
Slutgiltig vikt skålen+saltet m_{D+S}	(g)		
Beräkningar			
Saltets vikt	$m_S = m_{D+S} - m_D$	(g)	
Saltvattnets vikt	$m_{SW} = m_{D+SW} - m_D$	(g)	
Absolut salinitet	$S = \frac{m_S}{m_{SW}} \times 1000$	(g/kg)	
Densitet	$\sigma = \frac{m_{SW}}{V_{SW}}$	(g/ml)	
Alternativ – konduktivitetmätning			
Salinitet från konduktivitet	(psu)		

Fråga 1

Undersök skålen med salt. Kan du se några kristaller? Kristaller glittrar i ljus tack vare plana ytor som reflekterar ljuset, förutsatt att de är tillräckligt stora. Du kan ofta se kristallerna bättre med ett förstoringsglas eller ett enkelt mikroskop.

Beskriv hur saltet i din skål ser ut.

Fråga 2

Jämför ditt uppmätta salinitetsvärde med klassens medelvärde. Kan du komma på några faktorer som kan förklara skillnaden mellan ditt värde och klassens medelvärde?

Fråga 3

Om du har undersökt ett havsvattenprov, jämför ditt klassmedelvärde med det vanliga värdet för havsvatten som är 3,5 % salt (viktprocent). Förklara varför klassens medelvärde kan skilja sig från 3,5 %.

(Om du har undersökt ett annat vatten, försök att hitta tidigare mätningar och jämför ditt resultat med dessa.)

Fråga 4

När du simmar i saltvatten, hur kan du avgöra om det har högre densitet (täthet) än rent vatten? (Som har en densitet på lite mindre än 1 g/ml vid 20°C).

Klassens resultatblad

Rapportera medelvärdet för den absoluta saliniteten i saltvattenprovet som eleverna testat för det globala experimentet (och eventuella andra prov - se Information till läraren). Anteckna data som är klara för rapportering till den globala databasen.

Grupp	Saltvatten prov	(Frivilligt) Andra prov, som klassen undersökt				
		A	B	C	D	E
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
Medelvärde						

Platsen för provtagning: _____

Vattentyp: _____

Datum: _____

Temperatur: _____

Antal deltagande elever: _____

Information till läraren

Instruktioner för uppgiften

Följande information har sammanställts för att hjälpa läraren att använda Saltvattenuppgiften i sina klasser. Vi hoppas att uppgiften ska användas tillsammans med de andra uppgifterna i det globala experimentet och att den i samband med andra lokala resurser ska hjälpa eleverna att förstå vatten, dess kemi och dess vitala roll i våra liv samt dess betydelse för planeten jorden. Uppgiften är också användbar för att ge eleverna erfarenhet av samarbete med andra elever runt om i världen.

I uppgiften inbjuds eleverna att undersöka vattenlösningars egenskaper med fokus på lösta ämnen. Både i den här uppgiften och i uppgiften Utmaning Soldestillation använder eleverna förångning för att separera de lösta ämnena. I den här uppgiften ska eleverna använda havsvatten eller andra naturligt salta vatten för att undersöka mängden salt i vatten, saliniteten.

Elevernas förväntade inläring

Under uppgiften kommer eleverna:

- Undersöka egenskaperna hos vattenlösningar innehållande salter.
- Använda förångning för att extrahera salter från vattenlösningar.
- Mäta koncentrationen av salter i vatten och uppskatta mätningens noggrannhet.
- (Valfri) Undersöka andra metoder att mäta saliniteten och studera kristallisering.

Planering av uppgiften

Att låta eleverna arbeta i par är lämpligt för denna uppgift. Det sparar utrustning samtidigt som eleverna kan stödja varandra. Uppgiften kan utföras på 1-2 timmar om en värmekälla, till exempel en värmeplatta finns att tillgå. Om man väljer att låta vattnet avdunsta i solen behövs två dagar.

Vid val av skål, tänk på att avdunstningen av vattnet går fortare med en skål med stor diameter. En petriskål med 15 cm diameter fungerar utmärkt, liksom andra skålar med samma diameter. Kontrollera att vågen klarar att väga skålen plus vatten. Mätningen blir noggrannare om en större mängd vatten används, men då bli även avdunstningstiden längre.

Utförande av uppgiften

Uppgiften är uppdelad i tre delar:

- Först ställer eleverna i ordning experimentet, mäter skålens vikt, saltvattnets volym och skålen plus vattnets vikt. Eleverna kan öka noggrannheten genom att upprepa mätningarna och genom att öva överföringen av vätskan till skålen.
- Tiden för förångning av vatten beror framför allt på lokala förhållandena. Att testa i förväg hur lång tid som krävs för den aktuella utrustningen är viktigt för att få experimentet att gå smidigare.

En av de största felkällorna i experimentet beror på att provet inte blivit helt torrt vid förångningen. Därför rekommenderas att den standardiserade analysmetoden för torkning till konstant vikt används. Att genomföra analysen kan öka elevernas insikt om värdet av noggrannhet för att uppnå bra resultat. Särskilt yngre elever kan dock uppleva metoden som förvirrande, vilket undviks om läraren redan i förväg tagit reda på ungefär hur lång tid som behövs för att torka provet.

- Den tredje delen gäller beräkningarna. Metoden är tänkt för högstadiet eller gymnasiet och bör anpassas om den ska användas av andra grupper. Normalt kan upprepade mätningar öka precisionen, men i det här fallet skulle upprepade mätningar ta för lång tid. I stället uppnås samma effekt genom att medelvärdet beräknas av de individuella resultaten i en klass. Detta innebär också att alla elever bidrar till den globala databasen.

Vattenprov

Havsvatten är särskilt bra för denna uppgift, därför att mängden salt i havsvatten är lätt att mäta, vanligen omkring 3,5 %, vilket betyder att om eleven använder 100 ml vatten så blir vikten av saltet mellan 3 och 4 gram.

Sötvattenprover innehåller vanligen mycket mindre mängd salt. I detta fall kan man tillverka "syntetiskt" havsvatten med 35 gram bordsalt (natriumklorid) per liter vatten. Eleverna kan först mäta på syntetiskt havsvatten innan de undersöker det lokala vattnet.

Filtrering: Om vattnet innehåller synligt suspenderat material rekommenderas filtrering innan förångningen.

Frivilliga uppgifter

Andra vattenprov

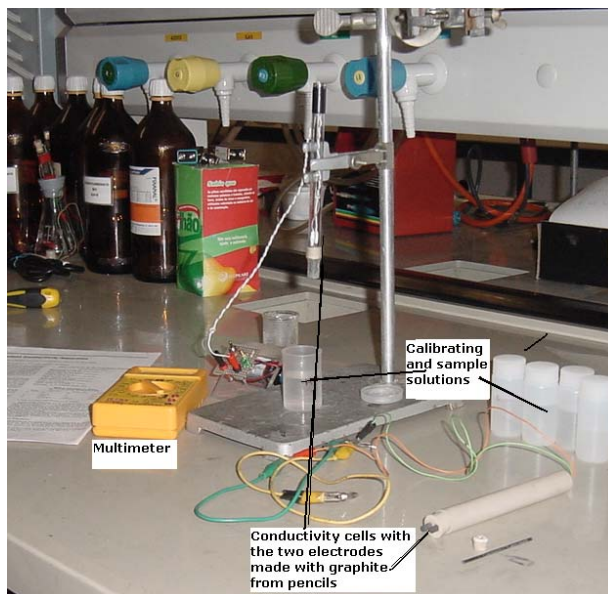
Eleverna kan undersöka saliniteten i andra vattenprover för att förstå hur mycket saliniteten kan variera i vanligt förekommande vätskor, exempelvis kan de mäta koksaltlösningar som används inom sjukvården. Eleverna kan uppmanas att ta med sig prover från olika vardagliga vattenlösningar för undersökning. Om var och en av eleverna testar ett antal olika prover får klassen resultat från en rad olika vattenprov att diskutera. (Man måste dock vara medveten om att proven också kan innehålla lösta ämnen som inte är salter.)

Mätning av saliniteten med hjälp av en konduktivitetsmätare (ledningsförmågemätare)

Om din skola har tillgång till en konduktivitetsmätare kan eleverna få tillgång till ytterligare ett värde på saliniteten att jämföra med data från förångningsexperimenten.

Enkla kvalitativa konduktivitetsmätare kan göras med vanlig laborieutrustning för att visa att saltlösningar leder elektrisk ström och att strömmen är proportionell mot saltkoncentrationen.

Kalibreringen måste göras med hjälp av havsvatten med känd salinitet eller en motsvarande kaliumkloridkloridlösning. Det uppmätta värdet är alltså ett relativt värde och uttrycks som ett enhetslöst tal, PSU (Practical Salinity Units = Tillämpad salthaltsenhet på svenska).



Förklaringsnivå

Låg- och mellanstadiet

I grundskolan får eleverna en fantastisk möjlighet att använda enkel utrustning och att utveckla nyttiga färdigheter för datainsamling. Beräkningarna måste på ett lämpligt sätt anpassas till den aktuella klassen.

Temat vattenkvalitet och vattentillgänglighet är mycket viktiga kemiska begrepp, som bör vara starkt integrerade i elevernas erfarenheter av dricksvatten och vattenburna sjukdomar.

Uppgiften hjälper eleverna att förstå att klart vatten kan innehålla olika ämnen, nyttiga eller farliga, i olika koncentrationer och att det finns metoder för separation.

Uppgiften ger också eleverna en möjlighet att lära sig om de tillståndsförändringar som förekommer i naturen, att identifiera processer, som förångning och kristallisation samt skapa medvetenhet om de mineralresurser som finns i vattensystem.

Högstadiet

Förutom den förväntade inläringen som nämnts för grundskolan, kan eleverna använda algebra i beräkningarna och undersöka proportionaliteterna med volym och massa involverade för att bestämma densitet och koncentration. Diskussionen om storheter, enheter och måtetal (SI-enheter) kan lämpligen förklaras här.

Begreppen lösliga och olösliga substanser, lösningar och löslighet bör diskuteras i detta sammanhang.

Kristallisationsprocessen bör diskuteras. Detta kan utökas till att handla om återupplösning och återkristallisering som en frivillig uppgift och möjligheten till att bygga upp stora kristaller.

En mer detaljerad diskussion om tillståndsförändringar kan hållas. Den kan grundas på partikelteori, och begreppen värme, temperatur och ångtryck.

Gymnasieskolan

Den kvantitativa metoden ger möjlighet för eleverna att undersöka signifikansen i de mätta och beräknade storheterna.

Uppgiften kan utökas till att omfatta identifiering av några ämnen i lösningen, till exempel natriumklorid genom att skriva enkla kemiska reaktioner.

Det är lämpligt att införa begreppet substansmängd, koncentration och stökiometriska koefficienter samt att praktisera kemisk formelskrivning samt att använda kemiska ekvationer.

Användningen av konduktivitetsmätare rekommenderas särskilt för att illustrera olika sätt att samla in kvantitativa data.

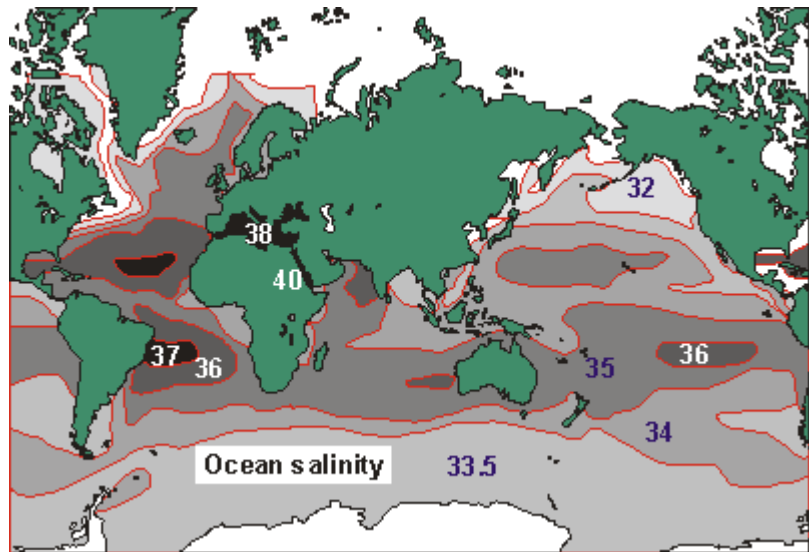
Bakgrundsinformation

Världshaven är naturligt salta med en salinitet med ungefär 3,5 % salt. **Salinitet** är ett mått på mängden lösta salter i vattnet, dvs. mängden salt (i gram) löst i 1000 gram (1 kilogram) vatten. Detta är den **absoluta saliniteten, S** (g/kg) av havsvatten. Symbolen ‰ används också och den betyder tusendelar.

Havsvattnets sammansättning är komplex och ett antal salter finns i signifikanta mängder. Alla salter består av joner, såsom natriumjoner och kloridjoner i natriumklorid (koksalt). I vatten är jonerna uppdelade, så de olika jonslagen är oberoende av varandra i havsvatten (Tabell 1).

Tabell 1 Typiska koncentrationer av joner i havsvatten

Ion	g/kg
Klorid Cl^{-1}	19,345
Natrium Na^{+1}	10,752
Sulfat SO_4^{-2}	2,701
Magnesium Mg^{+2}	1,295
Kalcium Ca^{+2}	0,416
Kalium K^{+1}	0,390
Vätekarbonat HCO_3^{-}	0,145
Bromid Br^{-1}	0,066
Borat BO_3^{-3}	0,027
Strontium Sr^{+2}	0,013
Fluorid F^{-1}	0,001



Metoder att mäta salinitet

Den första metoden, som rekommenderades för att mäta saliniteten var den kemiska Knudsen-Mohr-metoden, som baseras på volymetrisk analys av klorid, Cl^{-} , bromid, Br^{-} och jodid, I^{-} . Metoden involverar utfällning av jonerna med silvernitrat. Utfällningens massa kan sedan mätas och koncentrationen av kloridjoner kan beräknas.

Den första empiriska ekvationen för att omvandla denna mätning av kloriniteten ($\text{Cl} \text{‰}$) till absolut salinitet, $S \text{‰}$, daterar sig från 1902: $S = 0,03 + 1,805 (\text{Cl})$. När kloriniteten var noll var dock inte saliniteten noll. Detta går emot principen med konstanta proportioner. För att komma förbi denna motsättning föreslog UNESCO 1969 en ny ekvation: $S = 1,80655 (\text{Cl})$. Saliniteten 35 ‰ motsvarar kloriniteten 19,374 ‰.

Den elektriska konduktiviteten av vatten kan också användas som ett mått på vattnets jonsammansättning och är därför även ett mått på dess salinitet. Den instrumentella metoden grundar sig på jämförelser mellan vattenprovets konduktivitet och konduktivitetsstandarder och den förutsätter att det finns en proportionalitet mellan konduktivitet och salinitet. Kaliumkloridlösningar, $\text{KCl} (\text{aq})$, används som konduktivitetsstandard.

År 1978, omdefinierade oceanograferna salinitet till **Practical Salinity Units (psu)** i vilken kvoten av (konduktiviteten av ett havsvattenprov) / (standardlösning av KCl) mäts. Kvoterna har inga enheter, så 35 motsvarar 35 ‰. Standardlösningar med känd konduktivitet har utvecklats för att fungera som standarder när havsvattens salinitet ska bestämmas. En särskilt typ av konduktivitetsmätare har utvecklats, en salinometer.

Salinitetsdata med hög noggrannhet har blivit utomordentligt viktiga i samband med studier av de aktuella miljöproblemen som är en del av den globala klimatförändringen. Detta har en stor betydelse för hela världen.

Elevens resultatblad (Exempel)

Anteckna resultaten från dina salinitetsmätningar i följande tabell och svara sedan på frågorna nedan:

		Saltvattenprov	Saltvattenprov2
Skålens vikt m_D	(g)	73,2	74,5
Saltvattnets volym V_{SW}	(ml)	102	97
Skålen+vattnets vikt m_{D+SW}	(g)	178,5	172,1

Torkning till konstant vikt

Skålen+saltets vikt – första vägningen	(g)	78,5	75,7
Skålen+saltets vikt – andra vägningen	(g)	77,0	75,7
Skålen+saltets vikt – tredje vägningen	(g)	77,0	
Slutgiltig vikt skålen+saltet m_{D+S}	(g)	77,0	75,7

Beräkningarna

Saltets vikt	$m_S = m_{D+S} - m_D$	(g)	3,8	1,2
Saltvattnets vikt	$m_{SW} = m_{D+SW} - m_D$	(g)	105,3	97,6
Absolut salinitet	$S = \frac{m_S}{m_{SW}} \times 1000$	(g/kg)	36	12
Densitet	$\sigma = \frac{m_{SW}}{V_{SW}}$	(g/ml)	1,03	1,01

Alternativ – konduktivetsmätning

Salinitet från konduktivitet	(psu)		
------------------------------	-------	--	--

Fråga 1

Undersök skålen med salt. Kan se några kristaller? Kristaller glittrar i ljus tack vare plana ytor som reflekterar ljuset, förutsatt att de är tillräckligt stora. Du kan ofta se kristallerna bättre med ett förstoringsglas eller ett enkelt mikroskop.

Beskriv hur saltet i din skål ser ut.

Det mesta av materialet i skålen var ett lätt brunfärgat pulver. En del av materialet i mitten var grövre och glimmade när man lyste med lampan.

Fråga 2

Jämför ditt salinitetsvärde med klassens medelvärde. Kan du komma på några faktorer som kan förklara skillnaden mellan ditt värde och klassens medelvärde?

Klassens medelvärde för saltvatten var 36,7 g/kg vilket är lite högre än vårt värde. Många andra grupper fick värden som inte var lika nära.

Fråga 3

Om du har undersökt ett havsvattenprov, jämför ditt klassmedelvärde med det vanliga värdet för havsvatten 3,5 % salt (viktsprocent). Förklara varför klassens medelvärde kan skilja sig från 3,5 %.

(Om du har undersökt ett annat vatten, försök att hitta tidigare mätningar och jämför ditt resultat med dessa)

Vårt klassvärde visade att saliniteten var mycket nära vanligt havsvatten. Värdet var lite högre, vilket kan bero på att vi tog provet i en grund vik, där vattnet var ganska varmt och mer vattnet kan ha dunstat.

Fråga 4

När du simmar i saltvatten, hur kan du då avgöra om det har högre densitet (täthet) än rent vatten? (Som har en densitet på lite mindre än 1 g/ml vid 20°C).

Ja, för att det är lättare att flyta i havsvatten än i sötvatten.