

Lärarhandledning

Virtuell undervattensresa: Hur havet påverkas av förorening Stanford Ocean Acidification Experience

Vad är 'Hur havet påverkas av förorening'?

En kort VR-upplevelse om havsförorening. Upplevelsen är mer som en lätt interaktiv film i VR-miljö än som ett spel. Eleven får följa hur koldioxid kan påverka havets kemi och hur förändringen kan få konsekvenser för organismer i havet. Upplevelsen är på engelska och tar lite drygt 10 minuter när uppstart av VR-headset räknas in. Den passar bäst för högstadiet, eftersom den innehåller kemiska formler och begrepp som blir lättare att förstå om eleverna har en grundläggande teoretisk bakgrund i kemi och biologi.

Syfte

Syftet är att ge eleverna en konkret och visuell förståelse för hur ökade koldioxidutsläpp kan påverka havens kemi. Genom VR-formatet får eleverna se sådant som annars är svårt att uppfatta direkt, till exempel hur molekyler reagerar och hur en förändrad kemisk miljö kan påverka levande organismer. Upplevelsen bör användas som utgångspunkt för samtal om naturvetenskapliga modeller, källkritik, klimatpåverkan och människans påverkan på ekosystem.

Material

- VR-headset, till exempel Meta Quest 2, 3, 3S eller Quest Pro
- Appen Stanford Ocean Acidification Experience installerad
- Fri och trygg golvyta; stol som sittande alternativ
- Pappersark eller digitalt dokument för elevreflektioner
- Eventuellt whiteboard eller bildstöd för kemiska formler och begrepp
- Illustrationer kan kopieras till PowerPoint om man vill visa dem för klassen.

Rekommenderad åldersgräns

Rekommenderas främst för årskurs 7–9. Yngre elever kan förstå grundbudskapet, men de kemiska formlerna och sambanden mellan koldioxid, kolsyra, pH och påverkan på organismer kräver ofta en teoretisk grund. För yngre elever behöver läraren förenkla teorin och fokusera mer på orsak och konsekvens än på kemiska formler.

Fysisk säkerhet och utrymme

- Upplevelsen kan genomföras sittande, men fungerar bäst om eleven har en viss fri yta att röra sig på
- En yta på cirka 3 x 3 meter
- Rensa bort stolar, väskor, bordskanter och andra hinder
- En vuxen bör alltid finnas i närheten och kunna hjälpa eleven att orientera sig.

Övervakning och stöd

- **Pedagogisk närvaro:** en vuxen bör alltid finnas på plats.
- **Förberedelse:** kontrollera att headset, kontroll och app fungerar innan lektionen.
- **Diskussionsstöd:** hjälp eleverna att skilja mellan naturvetenskaplig modell, visualisering och budskap.

Hälsa och välmående

- Avbryt direkt om eleven känner yrsel, illamående eller obehag.
- Eleven ska kunna välja en alternativ uppgift utan att behöva förklara sig.
- Eftersom upplevelsen är relativt kort, passar den bra som station i en större lektion..

Hygien och utrustning

- Rengör ansiktsdel och andra beröringsytor mellan användare enligt tillverkarens anvisningar.
- Rengör linser endast med ren mikrofiberduk; använd inte rengöringsmedel på linserna.
- Kontrollera batterinivå, passform, handspårning och ljud före lektionen.
- Använd tvättbara eller avtorkningsbara ansiktsinlägg när många delar utrustning.
- för elever som väntar: sortering, materialundersökning, lokal guide och systemkarta.

Läroplanskoppling (LGR22)

Centralt innehåll i ämnena Biologi för årskurs 7-9 samt Kemi för årskurs 4-9

Biologi

Natur och miljö för årskurs 7-9

- Människans påverkan på naturen lokalt och globalt samt hur man på individ- och samhällsnivå kan främja hållbar utveckling. Betydelsen av biologisk mångfald och ekosystemtjänster.
- Observationer och analys av förändringar i ekosystem (VR som digitalt fältstudieverktyg).
- Kritiskt granskande av information om miljöproblem och klimatförändringar.

Kemi för årskurs 4-6

- Materiens uppbyggnad visualiserad med hjälp av enkla partikelmodeller.
- Indelning av ämnen och material utifrån egenskaperna löslighet, ledningsförmåga, surt eller basiskt.
- Fossila och förnybara bränslen och deras påverkan på klimatet.
- Observationer och experiment med såväl analoga som digitala verktyg. Planering, utförande, värdering av resultat samt dokumentation med ord, bilder och tabeller.

Kemi för årskurs 7-9

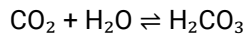
- Materiens uppbyggnad, kretslopp och oförstörbarhet visualiserat med hjälp av partikelmodeller. Grundämnen, molekyl- och jonföreningar samt hur ämnen omvandlas genom kemiska reaktioner. Atomer, elektroner och kärnpartiklar.
- Några kemiska processer i mark, luft och vatten samt deras koppling till frågor om miljö och hälsa, till exempel växthuseffekten, vattenrening och spridning av miljögifter.
- Kolatomens egenskaper och kretslopp i naturen, i samhället och i människokroppen.
- Observationer och experiment med såväl analoga som digitala verktyg. Formulering av undersökningsbara frågor, planering, utförande, värdering av resultat samt dokumentation med bilder, tabeller, diagram och rapporter.

Naturvetenskaplig bakgrund

När människor använder fossila bränslen, till exempel i transporter, industrier och energiproduktion, bildas koldioxid. I upplevelsen visas främst biltrafik som exempel på utsläppskälla. Det är ett tydligt

och elevnära exempel, men det är viktigt att eleverna förstår att biltrafik bara är en av flera källor till koldioxidutsläpp.

När koldioxid löses i vatten kan den reagera med vattenmolekyler och bilda kolsyra. Reaktionen kan skrivas:



Kolsyra är en svag syra. Den kan påverka pH-värdet i vattnet. När pH sjunker blir vattnet surare. Detta kan påverka organismer som bildar skal eller skelett av kalk, till exempel vissa snäckor, musslor och plankton.

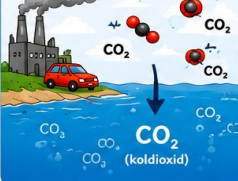
I havet sker flera kemiska jämvikter samtidigt. För undervisning på högstadiet kan det räcka att fokusera på huvudkedjan: mer koldioxid i atmosfären kan leda till mer löst koldioxid i vatten, vilket kan bilda kolsyra och bidra till lägre pH. Det är detta samband som VR-upplevelsen visualiserar.

Kalkbildande organismer påverkas eftersom surare vatten kan göra det svårare att bygga och bevara skal. Upplevelsen visar detta genom att eleven som marinbiolog får räkna friska snäckor och sedan jämföra med snäckor som utsatts för kolsyra. Det blir ett sätt att konkretisera hur en kemisk förändring kan få biologiska konsekvenser.

Varför mår snäckor dåligt i försurat vatten?

När havet tar upp mer koldioxid (CO_2) från luften blir vattnet surare. Det gör det svårare för snäckor att bygga och behålla sina kalkskal.

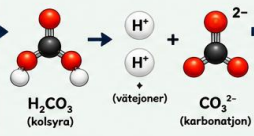
1 Koldioxid från luften
 CO_2 från t.ex. bilutsläpp och fabriker löses i havets yta.



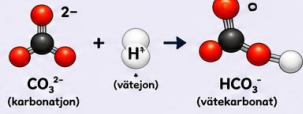
2 Koldioxiden reagerar med vatten och bildar kolsyra.

$$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \text{ (kolsyra)}$$

3 Kolsyra gör vattnet surare – pH sjunker.
 Kolsyra (H_2CO_3) delar sig och bildar vätejoner (H^+). Fler vätejoner gör att pH-värdet sjunker.

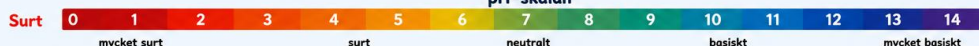


4 Vätejonerna "kapar" karbonatjonerna
 Det minskar mängden karbonatjoner (CO_3^{2-}) som snäckorna behöver för att bygga skal.



När H^+ binder till CO_3^{2-} bildas HCO_3^- . Det betyder att det finns färre CO_3^{2-} kvar – och mindre byggmaterial för snäckornas skal.

pH-skalan



Om pH är runt 1 är vattnet mycket surt. Runt 14 är det mycket basiskt.

Snäckor bygger sina skal av kalciumkarbonat.
 Kemisk formel: CaCO_3



Mindre karbonat – svårare att bygga.
 När det finns mindre CO_3^{2-} blir det svårare och tar mer energi att bygga och reparera skal.



Så påverkas snäckor
 Skalen blir tunnare och svagare. Skalen kan bli tunnare, spröddare och lättare att skadas.



I mycket surt vatten löses kalken upp.
 Om vattnet blir väldigt surt kan kalken i skalet börja lösas upp.

$$\text{CaCO}_3 + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$


Påverkar hela ekosystemet.
 Om många snäckor och andra kalkbyggare får svårare att överleva påverkas hela näringskedjan.



Sammanfattning
 Mer CO_2 i luften gör havet surare. Det minskar mängden karbonatjoner (CO_3^{2-}) som snäckor behöver för att bygga sina kalkskal. Skalen blir svagare eller löses upp, och snäckorna får svårare att överleva och föröka sig.



Vad kan vi göra?



Minska utsläpp av koldioxid.



Använd förnybar energi.



Res smartare.



Ta hand om våra hav.

Friska hav börjar med oss!



Genomförande

Förberedelse

- Introducera begreppen koldioxid, vatten, kolsyra, pH, förorening och ekosystem
- Visa gärna den kemiska formeln $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ på tavlan.
- Diskutera vad eleverna redan vet om koldioxidutsläpp och havens roll i klimatsystemet.
- Förklara att upplevelsen är en visualisering och inte en exakt avbildning av alla kemiska processer i havet.

Aktivitet: Stanford Ocean Acidification Experience (lite drygt 10 minuter)

- Eleven startar upp VR-upplevelsen och följer den guidade berättelsen.
- Först får eleven information om vad koldioxid kan komma ifrån, med särskilt fokus på biltrafik.
- Eleven får se hur en koldioxidmolekyl förenas med en vattenmolekyl och bildar kolsyra.
- Upplevelsen fortsätter sedan under vattnet, där eleven får inta rollen som marinbiolog och räkna friska snäckor samt jämföra med snäckor som påverkats av kolsyra.

Reflektion och avslutning

- Samla elevernas iakttagelser.
- Diskutera vad VR-upplevelsen gjorde tydligt.
- Låt eleverna resonera om vilka delar som var naturvetenskapliga fakta, vilka delar som var modell och vilka delar som var pedagogisk gestaltning.

Frågor före upplevelsen

- Vad är koldioxid?
- Varifrån kommer koldioxidutsläpp?
- Vad betyder pH?
- Vad tror ni händer när koldioxid löser sig i vatten?
- Varför kan små förändringar i kemi påverka levande organismer?

Frågor under upplevelsen

- Vilka exempel på koldioxidutsläpp visas?
- Vad händer när koldioxid möter vatten?
- Hur visas skillnaden mellan friska snäckor och snäckor som utsatts för kolsyra?
- Vilka delar känns som fakta och vilka delar känns som visualisering?

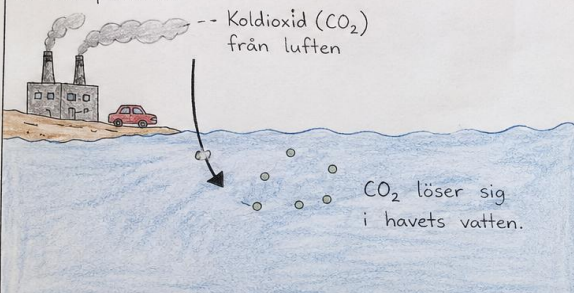
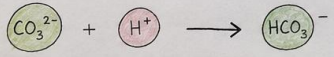
Frågor efter upplevelsen

- Vad visade VR-upplevelsen som hade varit svårt att visa i en vanlig textbok?
- Hur hänger koldioxid, kolsyra och pH ihop?
- Varför kan försurning påverka snäckor och andra organismer med skal?
- Vad behöver man veta mer för att förstå havsförsurning på djupet?
- Hur påverkas vår förståelse av att uppleva något i VR istället för att bara läsa om det?

Förslag på uppgifter efter upplevelsen. Eleven kan göra ett fyrfältsblad:

Elever skulle kunna rita processen, beskriva de kemiska formlerna, Förklara försurningens konsekvenser för den kemiska balansen för snäckorna.

Nedanför finns ett fingerat elevexempel på relativ hög nivå.

1. Rita processen 	2. Kemisk förklaring $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ koldioxid vatten kolsyra (från luften) (i havet) (gör vattnet surare) Koldioxid reagerar med vatten och bildar kolsyra. Det är kolsyra som gör att vattnet blir surare.
3. Vad händer med pH? När kolsyra bildas, blir det fler vätejoner (H^+) i vattnet. Vätejonerna gör att pH sjunker. Om pH blir lägre betyder det att vattnet blir surare. I surare vatten minskar mängden karbonatjoner (CO_3^{2-}). Karbonatjoner behövs för att snäckor och andra djur ska kunna bygga sina skal av kalk (kalciumkarbonat, CaCO_3).  Vätejonerna "kappar" karbonatjonerna så att det bildas vätekarbonatjoner. Då finns det mindre kvar att bygga skal av.	4. Konsekvens för snäckor När det finns mindre karbonatjoner blir det svårare för snäckorna att bygga och laga sina skal. Skalen kan bli tunnare och skörare. I mycket surt vatten kan skalet till och med börja lösas upp. Snäckorna får använda mer energi på att klara sig och får mindre energi över till att växa och få ungar. Det gör att de kan må dåligt och bli färre i havet.  Frisk snäcka i normalt havsvatten Snäcka i försurat vatten - tunnare och skadat skal.

Källkritik och budskap, förslag på aktivitet efter upplevelsen.

Källkritik och budskap - Stanford Ocean Acidification Experience

Elevblad: Resonera i rutorna. Skriv stödord, meningar och exempel från VR-upplevelsen.

1 Avsändare Vem står bakom upplevelsen? Vad vet ni om organisationen, syftet och sammanhanget?	2 Budskap Vilket budskap verkar upplevelsen vilja att mottagaren ska få med sig?
3 Trovärdighet - vad talar för? Vilka saker gör att källan kan uppfattas som trovärdig? Tänk på fakta, forskning och tydlighet.	4 Trovärdighet - vad behöver kontrolleras? Vad behöver granskas, nyanseras eller jämföras med andra källor?
5 Relevans och urval Är budskapet relevant för att förstå havsförurening? Vad visas tydligt och vad saknas?	6 Tendens och samlad slutsats Vill avsändaren påverka oss? Är det ett problem? Skriv en samlad bedömning.

Tips: En källa kan vara trovärdig och samtidigt vilja påverka. Försök därför skilja på fakta, urval, budskap och känslomässig påverkan.

I bilden ovan är ett förslag på hur man kan strukturera upp diskussioner om källor.

Eleverna kan också diskutera upplevelsen som källa och som naturvetenskaplig visualisering. Syftet är inte att hitta ett enkelt rätt svar, utan att undersöka hur upplevelsen förmedlar kunskap, påverkar mottagaren och väljer ut vissa perspektiv.

- Vilket budskap verkar skaparna vilja förmedla?
- Är det bara biltrafik som släpper ut koldioxid?
- Varför tror ni att upplevelsen väljer att visa just biltrafik?
- Vilka andra källor till koldioxidutsläpp skulle kunna tas upp?
- Hur kan vi på sikt minska förurningen av sjöar och hav?
- Vem står bakom upplevelsen?
- Är källan trovärdig? Vad talar för eller emot?
- Är källan relevant för att förstå havsförurning?
- Är källan tendentiös, alltså försöker den påverka oss i en viss riktning?
- Kan en källa vara både tendentiös och ändå bygga på korrekt naturvetenskap?
- Vad behöver vi kontrollera med andra källor?
- Hur påverkas vi av att se något i VR jämfört med att läsa samma information i en text?

Förslag till vidare arbete

Det är inte svårt att mäta pH. Många välsorterade försäljningsställen för NO-materiel har pH-papper som enkelt kan användas till några undersökningar.

Eleverna kan arbeta vidare genom att söka fler källor om havsförurning, jämföra olika utsläppskällor eller skapa egna modeller av sambandet mellan koldioxid, vatten, kolsyra och pH. De kan också diskutera vilka samhällsförändringar som på sikt kan minska utsläpp och därmed minska förurningen av sjöar och hav.

Kan man kolsyra drycker själv?

Påverkar kolsyran i läsk vårt skelett och tänder?

Mät pH på olika saker. Gärna kolsyrat vatten och vatten från kranen. Vilken förutsägelse har eleverna? Vad blev resultatet?

Kan man tillsätta något till kolsyrat vatten så det blir mindre surt? Har elever idéer? Prova!

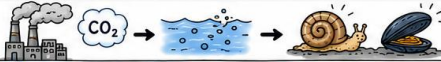
Finns det något vatten (sjö, bäck eller motsvarande nära skolan) där man kan undersöka pH?

Vad händer om man lägger ett snäckskal i läsk, ättika eller annan sur vätska? Gör förutsägelse, prova, diskutera. Hittar man inga snäckskal kan man undersöka äggskal men det avviker lite från upplevelsen.



BEGREPPSLISTA – MARINT LIV & HAVSFÖRSURNING



ENGLISH	SVENSKA	FÖRKLARING PÅ SVENSKA	ILLUSTRATION
carbon dioxide	koldioxid	En gas (CO_2) som finns i luften. Vi andas ut den och som bland annat kommer från förbränning av kol, olja och bensin.	
water	vatten	Vatten (H_2O) är livsviktigt för allt liv. Havet täcker över 70 % av jordens yta.	
marine biologist	marinbiolog	En forskare som studerar djur, växter och livet i havet.	
ocean	hav	Det stora, salta vattnet som täcker större delen av jorden.	
marine life	marint liv	Alla växter och djur som lever i havet.	
shellfish	skaldjur	Djur som har ett skal på utsidan av kroppen. Exempel: snäckor och kräftdjur.	
snail	snäcka	Ett långsamt skaldjur med ett spiralliknande skal.	
carbonate	karbonatjon	En negativt laddad jon (CO_3^{2-}) som behövs för att många havsdjur ska kunna bygga sina skal.	
carbonic acid	kolsyra	En svag syra (H_2CO_3) som bildas när koldioxid löser sig i vatten.	
pH	pH-värde	Ett mått som visar hur surt eller basiskt (alkaliskt) vattnet är. Lågt pH = surt. Høgt pH = basiskt.	
ocean acidification	havsförsurning	När havets vatten blir surare på grund av att mer koldioxid löser sig i havet.	
ecosystem	ekosystem	Alla levande organismer i ett område och hur de samspelar med varandra och sin miljö.	