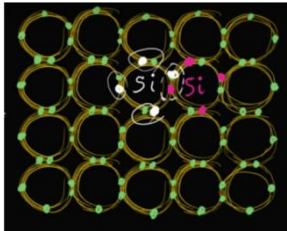


6.	Hva er halvledere? (18)
Målgruppe	Elever, eventuelt lærere
Alder, elever	14–18
Varighet	2 timer (endelig resultat av eksperimentet etter 24 timer)
Oversikt	Elevene skal lage og observere kobbersulfatkrystaller, deretter lage en modell av hva som skjer på molekylært nivå, og bruke disse funnene på andre stoffer. Elevene lærer hvordan halvledere produseres, og blir kjent med andre industrielle og kommersielle bruksområder for disse materialene.
Materiale	• Beger • Datamaskiner med tilgang til YouTube og Flipgrid • Kobber(II)sulfatpentahydrat (70 g) • Disseksjonsmikroskop (for å observere krystaller; hvis ikke tilgjengelig, kan et bilde vises fra internett) • Erlenmeyerkolbe • Aluminiumsfolie • Trakt med bomull • Varmt vann (100 ml) • Plastsnor • Elevark halvledere
Nøkkelspørsmål	1. Hvordan kan vi bruke naturlige materialer til å lage elektronikk? 2. Hvordan vokser en krystallstruktur? 3. Hva er forholdet mellom halvledere og krystaller?
Engasjere	Aktivisering av forkunnskaper • Elevene deler sin kunnskap om krystaller, molekylære gitterstrukturer og halvledere ved individuelt å fylle ut del A i elevarket • . Elevene sammenligner observasjonene sine med en medelev og fyller ut del B i elevarket om halvledere. (NGSS SEP: å stille spørsmål og definere problemer) • Hvert elevpar deler minst ett svar, og læreren lager en felles liste over klassens kunnskap, observasjoner og undringer. (Kulturelt responsiv praksis: læreren oppmuntrer til og tar imot alle svar fra klassen, og setter pris på de ulike ideene og bakgrunnskunnskapene elevene bringer med seg til denne timen)
Utforske	• Utforskning og skaping av krystaller • Læreren introduserer utforskningsdelen ved å dele følgende hovedideer med elevene: • Vis video: «Dere er fremtiden for halvledere!» • → https://vimeo.com/639743392 • Halvledere brukes i praktisk talt all teknologi. • Prosessen med å produsere en halvleder innebærer sand og krystaller • Vi skal nå modellere krystalliseringsprosessen med et annet stoff (kobbersulfat) • Elevene arbeider i grupper for å observere kobbersulfatkrystaller (klargjort av læreren minst 24 timer i forveien) og fyller ut del C i elevarket om halvledere. (NGSS SEP: å stille spørsmål og definere problemer) • Elevene arbeider i grupper for å lage kobbersulfatkrystaller og observere krystallgitterstrukturen under et disseksjonsmikroskop. Elevene fyller ut del D i elevarket om halvledere. (NGSS SEP: å planlegge og gjennomføre undersøkelser)
Instruksjoner	Elevene begynner her og ser en kort video av eksperimentet « <i>Slik dyrker du en kobbersulfatkrystall (enkelt eksperiment)</i> » før de begynner på egen hånd. → https://www.youtube.com/watch?v=FFR4nei9qv8 Fremgangsmåte:

	• Tilsett 70 gram kobbersulfatpentahydrat i et beger. • Hell 100 ml varmt vann over, og rør i 10–15 minutter (eller til pulveret er oppløst). • Når pulveret er oppløst, filtrer løsningen gjennom trekten med bomull ned i en erlenmeyerkolbe. • Overfør væsken fra erlenmeyerkolben til et beger, og dekk med aluminiumsfolie i 24 timer. • Etter 24 timer: hell forsiktig væsken fra begeret over i en erlenmeyerkolbe for å avdekke de dannede krystallene.
Forklare	• Sammenkobling av kobbersulfatkrystaller og silisiumkrystaller • Etter at elevene har sammenlignet og observert kobbersulfatkrystallene og laget sine egne, veileder læreren dem gjennom en klassesdiskusjon som kobler kobbersulfatkrystallene til silisiumkrystaller. Elevene ser en kort video «<i>Fra sand til silisium: Fremstilling av en brikke / Intel</i>» om halvledere og fyller ut hullnotater i del E i <i>elevarket om halvledere</i>. (NGSS SEP: å utvikle og bruke modeller) → https://www.youtube.com/watch?v=Q5paWn7bFg4 • Fasit til forklaringsdelen: ○ Teacher Research Consultants, LLC ○ Dannelsen av kobbersulfatkrystaller ligner på dannelsen av silisiumkrystaller. Silisium finnes i kvartssand etter at det er skilt ut i silisium og oksygen. ○ Silisiumkrystaller kan brukes til å lage substratet for halvledere. ○ Halvledere brukes i en rekke teknologier, som mobiltelefoner, datamaskiner og kunstig intelligens. ○ Hvordan ville det sett ut hvis vi zoomet inn på silisiumkrystaller? Kopier diagrammet fra tavlen: Skjematisk fremstilling av silisiumkrystall:  • Vi kan ikke lage krystaller av sand i klasserommet fordi det krever mye mer varme (over 3000 grader Fahrenheit). • Vi brukte kobbersulfat til å lage krystaller fordi det er enkelt og trygt å jobbe med. Forskere • på et laboratorium bearbeider silisium, som deretter kan brukes i teknologi. • La oss nå lære mer om denne prosessen.
Utdype	Fra silisiumkrystaller til halvledere • Elevene ser et avsnitt (fra start til 7:30) av Khan Academy-videoen Khan Academy Semiconductor «<i>Introduksjon til halvledere</i>» → https://www.youtube.com/watch?v=60Qz051rD_w og fyller ut del F i <i>elevarket om halvledere</i> sammen som klasse. (NGSS SEP: å konstruere forklaringer og designe løsninger) • Læreren gjør elevene kjent med mangfoldet av mennesker som er involvert i å skape halvledere, og fremhever Dr. Anuja DaSilva, en materialforsker. → https://docs.google.com/document/d/1xfX8OJT19cqsqw_BWl3IPczvTEZ_wGOZR_mid_QY2v8E/edit?tab=t.0 (Karrierehøydepunkt: Materialforskere studerer strukturer og kjemiske egenskaper til ulike naturlige, syntetiske eller sammensatte materialer, og arbeider med å finne måter å styrke eller utvikle nye materialer til bruk i en rekke produkter.) • Fasit til utdypingsdelen: ○ Hvor mange valenselektroner har silisium? Hva er viktig med disse elektronene?

	-> 4 valenselektroner, og de er viktige fordi de kan reagere med andre grunnstoffer ○ Hvilket grunnstoff har flere frie elektroner: kobber eller silisium? -> Kobber ○ Hvilket av dem er en bedre leder av elektrisitet, kobber eller silisium? Hvorfor? -> Kobber, fordi elektronene kan bevege seg fritt ○ Hva tilsettes silisium for å la elektronene bevege seg friere? Hva kalles denne prosessen? -> Urenheter (andre grunnstoffer, som fosfor eller bor), og denne prosessen kalles «doping» ○ Når silisium er dopet med fosfor, hva kan begynne å flyte? -> Strøm kan begynne å flyte ○ Hva betyr ordet «semi»? Basert på det du nettopp har sett, hvordan gjelder det for begrepet «halvleder»? -> «Semi» betyr «delvis» eller «halv». En halvleder viser til noe som delvis kan lede elektrisitet.
Evaluerer	Sette alt sammen • Elevene lager en 3–5 minutters Flipgrid-video basert på spørsmålene i del G i <i>elevarket om halvledere</i>. (NGSS SEP: å konstruere forklaringer og designe løsninger) (Kulturelt responsiv praksis: Elevene kan selv velge hvilke spørsmål de vil svare på. De kan velge de spørsmålene de føler seg mest trygge på og som interesserer dem mest.) • Spørsmål fra del G: ○ Hvordan kan vi bruke naturlige materialer til å lage elektronikk ○ Hvordan vokser en krystallstruktur? ○ Hva er forholdet mellom halvledere og krystaller? ○ Hva er en halvleder? Hvorfor er det viktig for meg? ○ Hva slags forskere jobber med å skape halvledere? ○ Vil du ønske å jobbe i halvlederindustrien? Hvorfor eller hvorfor ikke?
Utvide	• Elevene kan se videoen «<i>Hvordan halvledere fungerer</i>» og lage sine egne spørsmål med fasit → https://www.youtube.com/watch?v=33vbFFn04k - Elevene kan se resten av videoen Khan Academy Semiconductor Introduction «<i>Introduksjon til halvledere</i>» (omtrent fem minutter igjen) → https://www.youtube.com/watch?v=60Qz051rD_w • Elevene kan utforske en annen materialforsker, <i>Frances Ross</i>, for å lære mer om hennes bakgrunn og nåværende forskning. (Karrierehøydepunkt: Materialforskere i halvlederindustrien trenger kreativitet og kan ha kunstneriske innslag i utformingen av materialer.) → https://www.bnl.gov/newsroom/news.php?a=26342
Dokumentasjon	antall deltakere; oppsummering av spørsmål og svar