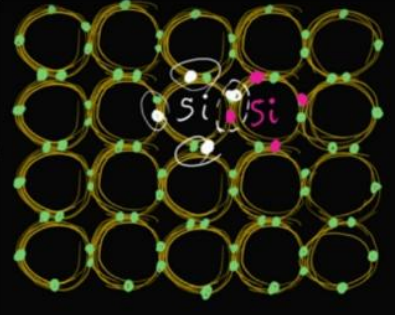


6.	Какво представляват полупроводниците? (18)
Целева група	Ученици, по избор учители
Възраст на учениците	14–18
Продължителност	2 часа (краен резултат от експеримента след 24 часа)
Общ преглед	Учениците ще създадат и наблюдават кристали от меден сулфат, след което ще изградят модел, който представя процесите, протичащи на молекулярно ниво, и ще приложат направените изводи към други вещества. Освен това ще се запознаят с основните етапи при производството на полупроводници и с някои от техните индустриални и технологични приложения.
Материали	• Чаша (бехер) • Компютри с достъп до YouTube и Flipgrid • Меден(II) сулфат пентахидрат (70 g) • Стереомикроскоп (за наблюдение на кристалите; ако не е наличен, могат да се използват изображения на кристали) • Ерленмайерова колба • Фолио • Фуния с памук • Гореща вода (100 ml) • Пластмасов канап • Работен лист за ученика полупроводници
Ключови въпроси	1. Как можем да използваме природни материали за производство на електроника? 2. Как расте кристалната структура? 3. Каква е връзката между полупроводниците и кристалите?
Ангажиране	Проверка на предишни знания Учениците споделят своите предварителни знания за кристалите, кристалните решетъчни структури и полупроводниците, като самостоятелно попълват раздел А от работния лист. След това обсъждат своите отговори с партньор, сравняват наблюденията и идеите си и съвместно попълват раздел Б от работния лист. (NGSS SEP: задаване на въпроси и дефиниране на проблеми) Всяка двойка представя поне един от своите отговори пред класа, а учителят обобщава споделените знания, наблюдения и въпроси, като изготвя общ списък. Учителят насърчава активното участие на всички ученици и приема с уважение техните идеи и отговори, като отчита различния житейски опит, интереси и предварителни знания, които всеки ученик внася в учебния процес.
Изследване	• Учителят въвежда темата, като представя на учениците основните идеи, свързани с образуването на кристали и производството на полупроводници. • • Учениците гледат видеото „Вие сте бъдещето на полупроводниците!“. • • Учителят обсъжда с учениците следните основни идеи: • • полупроводниците са основен компонент на почти всички съвременни електронни устройства; • производството на полупроводници започва с получаването на високочист силиций, който се извлича от кварцов пясък и впоследствие се превръща в монокристал;

	• в настоящата дейност учениците ще моделират процеса на кристализация, използвайки меден сулфат като пример за вещество, което образува добре оформени кристали. • • Учениците работят в групи, като наблюдават предварително подготвени (поне 24 часа по-рано) кристали от меден сулфат и попълват раздел В от работния лист. (NGSS SEP: задаване на въпроси и дефиниране на проблеми) • • След това учениците приготвят разтвор на меден сулфат, от който започва процесът на кристализация. Те наблюдават кристалите и тяхната кристална решетка със стереомикроскоп (или чрез изображения, ако такъв не е наличен) и попълват раздел Г от работния лист. (NGSS SEP: планиране и провеждане на изследвания)
Инструкции	Учениците започват тук и гледат кратко видео на експеримента „Как да отгледате кристал от меден сулфат (лесен експеримент)“ преди да започнат самостоятелно. → https://www.youtube.com/watch?v=FFR4nei9qv8 Процедура: • Отмерете 70 g меден сулфат пентахидрат ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и го поставете в химическа чаша. • Добавете 100 mL гореща вода и разбърквайте в продължение на 10–15 минути или до пълното разтваряне на веществото. • Филтрирайте получения разтвор през фуния с памучен филтър в ерленмайерова колба, за да отстраните неразтворените примеси. • Прехвърлете филтрирания разтвор в чиста химическа чаша и я покрийте с алуминиево фолио или лабораторно фолио. Оставете разтвора да престои 24 часа, за да протече процесът на кристализация. • След изтичане на 24 часа внимателно излейте останалия разтвор в ерленмайерова колба, без да нарушавате образуваните кристали. Наблюдавайте и опишете формата, размера и цвета на получените кристали.
Обяснение	Свързване на кристалите от меден сулфат с кристалите от силиций • След като учениците наблюдават и сравнят кристалите от меден сулфат и създадат свои собствени, учителят организира дискусия, чрез която прави връзка между процеса на кристализация на медния сулфат и образуването на монокристален силиций, използван в производството на полупроводници. • Учениците гледат краткото видео „От пясък до силиций: Производство на чип (Intel)“ и попълват раздел Д от работния лист. (NGSS SEP: изграждане и използване на модели) Ключови идеи за раздела за обяснение: • Образуването на кристали от меден сулфат е пример за процес на кристализация, който помага да се разбере как се образуват и други кристални материали, включително силицият. • Силицият се получава от силициев диоксид (SiO_2), който е основната съставка на кварцовия пясък. След пречистване и обработка той се превръща във високочист силиций, от който се отглеждат монокристали. • От монокристалите силиций се изработват силициеви пластини (вафери), които служат като основа за производството на полупроводникови устройства и интегрални схеми. • Полупроводниците намират приложение в почти всички съвременни електронни устройства, включително мобилни телефони, компютри, автомобили, медицинска апаратура и системи с изкуствен интелект. • Учителят показва схема на кристалната структура на силиция и приканва учениците да обсъдят как би изглеждала тя при голямо увеличение. • Учителят обяснява, че кристали от силиций не могат да бъдат създадени в училищна лаборатория, тъй като производството им изисква специализирано

	 оборудване и много високи температури (над 1400 °C за разтопяване на силиция). - За демонстрацията се използва меден сулфат, тъй като той образува добре оформени кристали при безопасни лабораторни условия и позволява учениците да наблюдават процеса на кристализация. - Учителят обяснява, че в промишлени и научноизследователски лаборатории високочистият силиций се обработва чрез специализирани технологични процеси, след което се използва за производството на полупроводникови компоненти. - Учителят насочва вниманието на учениците към следващата част от урока, в която ще се запознаят по-подробно с процеса на производство на полупроводници.
Разширение	От кристали от силиций до полупроводници - Учениците гледат откъс (от началото до 7:30) от видеото на Khan Academy Khan Academy Semiconductor „Въведение в полупроводниците“ → https://www.youtube.com/watch?v=60Qz051rD_w и заедно като клас попълват раздел Е от <i>работния лист за полупроводници</i>. (NGSS SEP: конструиране на обяснения и проектиране на решения) - Учителят запознава учениците с разнообразието от хора, участващи в разработването на полупроводници, и подчертава д-р Ануджа ДаСилва, материаловец. → https://docs.google.com/document/d/1xfX8OJTl9cqsqw_BWl3lPczvTEZ_wGOZR_mid_QY2v8E/edit?tab=t.0 (Кариерна перспектива: Материаловедите изучават структурите и химичните свойства на различни природни, синтетични или композитни материали и работят за намиране на начини за укрепване или разработване на нови материали за използване в широк спектър от продукти.) - Ключ към раздела за разширение: - Колко валентни електрона има силицият? Какво е важно за тези електрони? → 4 валентни електрона и те са важни, защото могат да реагират с други елементи - Кой елемент има повече свободни електрони: медта или силицият? → Медта - Кой от двата е по-добър проводник на електричество, медта или силицият? Защо? → Медта, защото електроните могат да се движат свободно - Какво се добавя към силиция, за да могат електроните да се движат по-свободно? Как се нарича този процес? → Примеси (други елементи, като фосфор или бор), а този процес се нарича „легиране“ - Когато силицият е легиран с фосфор, какво може да започне да протича? → Може да започне да протича ток - Какво означава думата „semi“? Въз основа на видяното току-що, как това се отнася до термина „полупроводник“? → „Semi“ означава „частичен“ или „половин“. Полупроводникът се отнася до нещо, което може частично да провежда електричество.
Оценяване	Обобщаване на наученото Учениците създават 3 до 5-минутно видео във Flipgrid, базирано на въпросите от раздел Ж в <i>работния лист за полупроводници</i>. (NGSS SEP: конструиране на

	обяснения и проектиране на решения) (Културно съобразена практика: Учениците могат сами да избират на кои въпроси да отговорят. Те могат да изберат въпросите, в които се чувстват най-уверени и които ги интересуват най-много.) - Въпроси от раздел Ж: - Как можем да използваме природни материали за производство на електроника - Как расте кристалната структура? - Каква е връзката между полупроводниците и кристалите? - Какво е полупроводник? Защо е важно за мен? - Какъв вид учени работят по създаването на полупроводници? - Бихте ли искали да работите в полупроводниковата индустрия? Защо или защо не?
Допълнително разширение	- Учениците могат да гледат видеото „Как работят полупроводниците“ и да създадат свои собствени въпроси с ключ → https://www.youtube.com/watch?v=33vbFFFn04k Учениците могат да гледат остатъка от видеото Khan Academy Semiconductor Introduction „Въведение в полупроводниците“ (остават около пет минути) → https://www.youtube.com/watch?v=60Qz051rD_w - Учениците могат да проучат друг материаловед, Франсис Рос, за да научат повече за нейния професионален опит и текущи изследвания. (Кариерна перспектива: Материаловедите в полупроводниковата индустрия се нуждаят от креативност и могат да имат артистична връзка в проектирането на материали.) → https://www.bnl.gov/newsroom/news.php?a=26342
Доказателство	брой участници; обобщение на въпроси и отговори