

**Каковы
наилучшие
условия для
выращивания
кристаллов?**

Глобальный эксперимент 2014

Искусство кристаллизации

Королевское химическое общество
Глобальный эксперимент 2014
Искусство кристаллизации

Содержание

Введение в глобальный эксперимент	2
Немного о кристаллах и их роли в повседневной жизни	3
Эксперимент, часть А: Растворение образцов и насыщение растворов	5
Часть А: Лист участника	6
Эксперимент, часть Б: Выращивание кристаллов из образцов	7
Часть Б: Таблицы размера и формы кристаллов	9
Часть Б: Лист участника	10
Часть В: Делимся данными — поместите свои результаты на нашу глобальную интерактивную карту	11
Часть Г: Анализ веб-сайта и поиск наилучших условий	12
Заметки для учителя/лаборанта	13



Каковы наилучшие условия для выращивания самых больших кристаллов?

Введение

Глобальный эксперимент состоит из 4 простых частей. Эти инструкции ознакомят вас с ними.

- **Часть А:** Растворение и приготовление насыщенных растворов образцов (Эксперимент)
- **Часть Б:** Выращивание кристаллов из образцов (Эксперимент)
- **Часть В:** Публикация данных — разместите результаты на глобальной интерактивной карте (Результаты)
- **Часть Г:** Анализ веб-сайта и поиск оптимальных условий (Выводы)

Мы также добавили некоторую важную информацию о роли кристаллов в повседневной жизни, а в конце этой инструкции расположены заметки для учителей, содержащие дополнительные рекомендации.

Реактивы

Образцы	Здоровье и безопасность	Доступность
Столовая соль (хлорид натрия, галит)	НИЗКАЯ ОПАСНОСТЬ (не употреблять, риск загрязнения)	Доступна в супермаркетах
Гранулированный сахар (сахароза)	НИЗКАЯ ОПАСНОСТЬ (не употреблять, риск загрязнения)	Доступна в супермаркетах
Эпсомит (сульфат магния, можно использовать как соль для ванн)	НИЗКАЯ ОПАСНОСТЬ	Доступен в супермаркетах, аптеках, у поставщиков химических реактивов и в некоторых интернет-магазинах (например, Amazon)
Нитрат калия (калиевая селитра, натриевая селитра)	ОКИСЛИТЕЛЬ (контакт с горючим материалом может вызвать возгорание)	Доступен у поставщиков химических реактивов и в некоторых интернет-магазинах (например, Amazon)
Квасцы (алюминиевокалиевые квасцы, калиевые квасцы)	НИЗКАЯ ОПАСНОСТЬ	Доступны в супермаркетах, аптеках, у поставщиков химических реактивов и в некоторых интернет-магазинах (например, Amazon)

Если вы планируете участвовать в данном эксперименте, мы рекомендуем вам приобрести все эти образцы.



При проведении данного эксперимента рекомендуем пользоваться защитными очками с боковыми щитками.

Глаза: Используйте защитные очки.

За более подробной информацией обратитесь к общему руководству по технике безопасности в конце этой инструкции.

Немного о кристаллах и их роли в повседневной жизни

Кристаллы окружают нас в повседневной жизни. К ним относятся как такие простые вещи, как столовая соль и сахар, так и весьма дорогие, например, бриллианты и другие драгоценные камни.

Практически все можно превратить в кристалл путем кристаллизации. Обычно кристаллизация — это природный или искусственный процесс получения твердых кристаллов из раствора. Кристаллы можно получить и другими способами, например, благодаря отвердеванию расплавов металлов. Производство электроники основано на выращивании монокристаллов кремния этим способом.

Кроме того, кристаллизация — полезный химический прием для разделения или очистки твердых веществ. Ее проводят, растворяя образец в горячей жидкости и получая насыщенный раствор. Нерастворимые в горячей жидкости компоненты удаляются фильтрованием, а из остатка можно вырастить чистые кристаллы, которые затем собирают и сушат (**рисунок 1**).

Определение

Кристаллическое тело состоит из атомов или молекул, которые расположены повторяющимся образом в виде наложенных слоев подобно трехмерной кирпичной стене (или нескольким мраморным плитам, лежащим друг на друге). Рассматривание кристалла — это во многом самый удобный для человеческого глаза способ наблюдать упорядоченность атомов и молекул.

История

Всего около ста лет назад отец и сын, Уильям Генри и Уильям Лоуренс Брэгг, впервые показали, что рентгеновские лучи можно использовать для определения положения атомов в кристаллическом теле и определения его трехмерной структуры. Этот процесс называется кристаллографией, и в ознаменование этого открытия 2014 год объявлен международным годом кристаллографии. Брэгг-отец и Брэгг-сын получили Нобелевскую премию за свое открытие в 1915 году, и в свои 25 лет У. Лоуренс Брэгг до сих пор является самым молодым лауреатом этой премии в истории. Со времен этого открытия присуждено около 30 Нобелевских премий за открытия, в которых использовалась кристаллография.

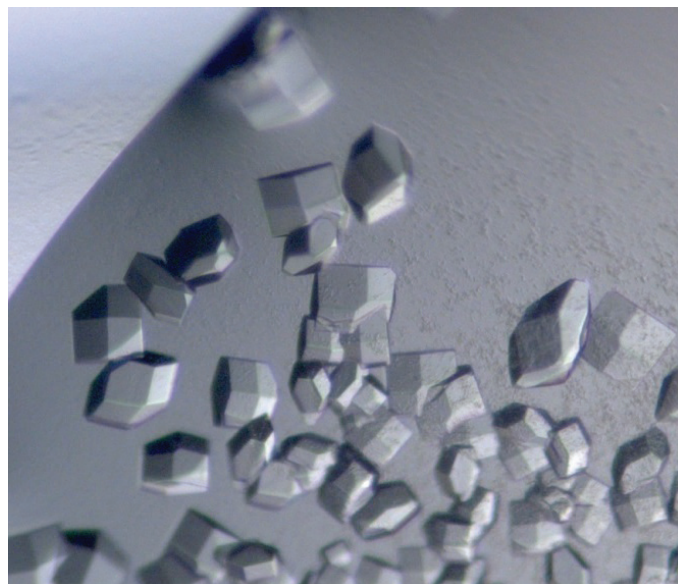


Рисунок 1
Одиночные кристаллы лизоцима,
белка из куриного яйца

Примеры

Самые большие открытые кристаллы находятся в пещере *Cueva de los Cristales* в Мексике. Некоторые из них выше, чем три взрослых человека! Условия, в которых растут кристаллы, влияют на их размер и форму, а те, в свою очередь, определяют общие свойства образца. Одни и те же атомы и молекулы могут быть расположены различным образом внутри образца (явление аллотропии и полиморфизма), и это также влияет на свойства вещества. Один из самых известных примеров данного явления — алмаз и графит: оба этих кристалла состоят из углерода (**рисунок 2**). Структура алмаза не позволяет ему проводить электрический ток, но хорошо известна своей твердостью, которая определяется химическими связями между атомами углерода. В графите же атомы расположены по-другому, благодаря чему он способен проводить электричество, но является гораздо более мягким, чем алмаз. На самом деле из-за своей мягкости графит часто используется в карандашах, так как слои его атомов могут легко скользить друг относительно друга.

Кристаллы играют сегодня важную роль в обществе, поскольку они встречаются в большом числе товаров: стиральном порошке, лекарствах, электронике и многом другом.

Предприятия, производящие кристаллические материалы и ингредиенты, должны обеспечить предсказуемое поведение своих товаров. Все переменные в процессе кристаллизации должны тщательно отслеживаться и контролироваться, чтобы позже их можно было легко воспроизвести.

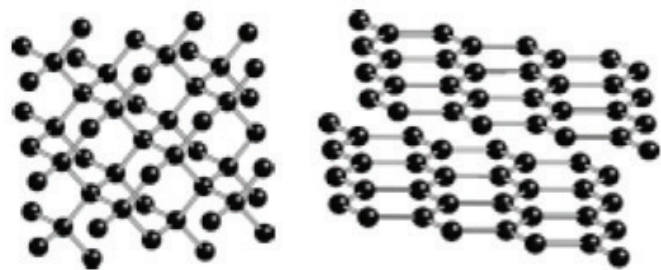


Рисунок 2
Две аллотропные модификации углерода: алмаз (слева) и графит (справа)



Например:

- Аспирин в различных кристаллических формах по-разному всасывается в теле человека
- Кристаллы мороженого должны иметь одинаковый размер и форму, чтобы обеспечить его правильную текстуру, вкус и срок хранения. Мороженое с маленькими кристаллами более однородное. Если оставить его на долгое время в морозильнике, кристаллы увеличатся, и его вкус будет не таким приятным!
- Электрические свойства кремниевых монокристаллов используются в полупроводниках и чипах в наших телефонах, телевизорах и компьютерах
- Перламутровый блеск косметики зависит от правильной формы кристаллов

В Глобальном эксперименте 2014 вы выполните процесс кристаллизации на доступных образцах дома или в школе. Вы увидите, что образцы ведут себя по-разному, и сможете сравнить свои результаты с участниками во всем мире.

Часть А: Растворение образцов и насыщение растворов

В этом эксперименте вы обнаружите, что образцы имеют свои уникальные свойства. Вы можете сделать насыщенный раствор из пяти образцов на выбор (столовая соль, сахар, эпсомит, квасцы и нитрат калия). Когда вы определитесь с образцом, вам будет необходимо провести эксперимент три раза, чтобы получить среднее значение и записать свои наблюдения.

Насыщенный раствор — это такой раствор, в котором при определенной температуре невозможно дальнейшее растворение образца.

- Если вы участвуете в эксперименте самостоятельно, вам нужно будет протестировать все пять образцов.
- Работая в парах в классе, вы можете провести эксперимент на одном образце и сообщить свои результаты и наблюдения классу. Кооперируйтесь, чтобы узнать о результатах других людей

Пожалуйста, разместите свои данные на нашем веб-сайте.

Материалы

- Чистые пластиковые одноразовые чашки (либо аналогичная посуда, например, стеклянные стаканы)
- Пять образцов: столовая соль, сахар, сульфат магния, квасцы и нитрат калия (1/2 чашки каждого образца вполне достаточно)
- Чайная ложка (или лопатка)
- Холодная вода из-под крана
- Мерный сосуд (необходимо отмерить 40 мл, например, мерным цилиндром, стаканом или чистым медицинским шприцем)
- Лабораторные или кухонные весы
- Термометр (широко доступен в интернет-магазинах)

Методика

1. Тщательно отмерьте 40 мл холодной воды из-под крана в прозрачную пластиковую чашку и запишите ее массу. (для этой цели далее приведен лист участника **[A]**).
2. Осторожно добавьте 1/4 чайной ложки вашего образца (соль, сахар, сульфат магния, квасцы или нитрат калия) в чашку с водой и перемешивайте в течение 30 секунд. После растворения продолжайте добавлять по 1/4 чайной ложки и перемешивать до тех пор, пока образец не перестанет растворяться.
3. Измерьте температуру насыщенного раствора. (запишите ее в соответствующую таблицу **[B]**).
4. Запишите массу чашки и насыщенного раствора. При этом примерно 1/4 чайной ложки твердого образца должна находиться на дне (запишите данные в таблицу **[C]**).
5. Рассчитайте массу образца, которая необходима, чтобы насытить 40 мл вашей воды из-под крана (значение внесите в таблицу **[D]**).
6. Чтобы убедиться в правильности данных, повторите шаги 1–5 еще два раза либо сравните данные с коллегами из своего класса.
7. Используя лист участника, рассчитайте среднюю температуру насыщенного раствора в ходе эксперимента **[E]** и запишите значение для размещения на веб-сайте.
8. Рассчитайте среднюю массу образца, необходимую для насыщения 40 мл вашей воды из-под крана **[F]** и запишите ее, чтобы разместить на веб-сайте.
9. Соберите данные для всех пяти образцов и сделайте заключительный вывод.



Часть А: Растворение образцов и насыщение растворов

Лист участника

Имя

Дайте определение понятию кристалла

Изучаемый мной образец

	Результат 1	Результат 2	Результат 3
Масса одноразовой чашки и 40 мл местной воды из-под крана (г) [A]			
Температура насыщенного раствора (°C) [B]			
Масса насыщенного раствора и чашки (г) [C]			
Масса образца, необходимая для насыщения 40 мл холодной воды из-под крана (г) [C - A = D]			
Средние значения			
Средняя температура насыщенного раствора (°C) $[(B1+B2+B3) / 3 = E]$			
Средняя масса образца, необходимая для насыщения 40 мл холодной воды из-под крана (г) $[(D1+D2+D3) / 3 = F]$			

Общий вывод для размещения на веб-сайте

	Столовая соль	Сахар	Эпсомит	Квасцы	Нитрат калия
Средняя температура насыщенного раствора во время эксперимента для каждого из исследованных образцов (°C) [E]					
Средняя масса, необходимая для насыщения 40 мл воды из-под крана (г) [F]					

Смогли бы вы различить образцы, если бы они не были подписаны?

Если бы для приготовления насыщенного раствора был взят неизвестный образец со средними свойствами [E] 8 °C и [F] 9,5 г, какой из пяти образцов это мог бы быть?

Часть B: Выращивание кристаллов из образцов

Вы закончили «Часть A: Растворение образцов и насыщение растворов», и заметили, что все пять образцов имеют разные свойства. В этом эксперименте вы будете готовить насыщенные растворы при более высокой температуре, а затем охлаждать их, чтобы часть растворенного вещества выпадала из них в форме кристаллов.

Класс (или участник) должен протестировать все пять образцов.

- **Как вы считаете, будет ли отличаться количество вещества, растворимого в холодной и горячей воде? Почему?**
- **Можете ли вы предсказать, из какого образца получится самый крупный кристалл?**

После недельного выращивания кристаллов разместите свой самый успешный результат на веб-сайте (если вы не получите кристаллов, что маловероятно, пожалуйста, также поделитесь этим результатом).

Материалы

- Чайник (нужна горячая вода, под присмотром взрослых) [Опасность ожогов, проливания, поскользывания]
- Термометр (широко доступен в интернет-магазинах)
- Контейнер/чашка (например, стеклянный стакан, чашка из пенополистирола или прозрачного пластика)
- Пять образцов: столовая соль, сахар, сульфат магния, квасцы и нитрат калия (1/2 чашки каждого образца вполне достаточно)
- Чайная ложка (или лопатка)
- Мерный сосуд (необходимо отмерить 40 мл, например, мерным цилиндром, стаканом или чистым медицинским шприцем)
- Фильтровальная бумага (фильтры для кофе, бумажные полотенца)
- Тонкие деревянные шпажки (не используйте повторно: возможно загрязнение) [опасно: острые предметы]
- Бельевые прищепки (или другой способ опустить шпажку в насыщенный раствор)
- Увеличительное стекло для рассматривания кристаллов

Методика

1. Попросите взрослого вскипятить воду из-под крана.
2. В чистую чашку/контейнер положите 4 полные чайные ложки вашего образца (соли, сахара, сульфата магния, квасцов или нитрата калия).
3. Попросите взрослого отмерить 40 мл горячей воды (температурой 70 °C или выше) и перенесите ее в свой контейнер/чашку с образцом. [Опасность ожогов, проливания, расплавления чашки] — [Совет: вы можете использовать второй внешний контейнер, чтобы избежать пролива и ожогов].
4. Перемешивайте 30 секунд и — если необходимо — добавляйте еще некоторое количество образца, пока вещество не перестанет растворяться (возможно, понадобится большее количество, чем в Части A).
5. Сложите квадрат фильтровальной бумаги треугольником, сделав два загиба, и раскройте ее, как конус (см. **рисунок 3**).
6. Теплый насыщенный раствор отфильтруйте через сложенную конусом фильтровальную бумагу в чистую пустую пластиковую чашку, чтобы удалить нерастворенное вещество).
7. Используя деревянную шпажку и бельевые прищепки, опустите кончик шпажки в раствор (см. **рисунок 4**).
8. Оставьте чашку на неделю для роста кристаллов. Через несколько часов кристаллы часто можно будет наблюдать на дне чашки, но более медленно будут расти кристаллы на шпажке. [Совет: если через день не появятся кристаллы, добавьте несколько кристалликов твердого образца, чтобы стимулировать рост кристаллов].
9. Через неделю запишите температуру оставшейся в контейнере жидкости в свою таблицу результатов **[G]**.
10. Удалите шпажку из чашки и найдите самый крупный монокристалл из образовавшихся (см. **рисунок 5**).
11. Соотнесите ваш кристалл с таблицей размеров и форм ниже и запишите результаты в свою таблицу **[H]** и **[I]**. Узнайте результаты коллег с другими кристаллами.

Часть Б: Выращивание кристаллов из образцов

Организация эксперимента



Рисунок 3
Сложенное конусом бумажное полотенце, которое можно использовать в качестве фильтра



Рисунок 4
Разместите шпажку так, чтобы ее конец был немного погружен в раствор



Рисунок 5
Пример кристалла (конечная точка): сделайте фото и разместите данные у нас

Наблюдения за кристаллами

На шпажке может вырасти один большой кристалл (**рисунок 5**) или несколько маленьких. Кристаллы также будут появляться на дне чашки. Пожалуйста, выберите самый крупный.

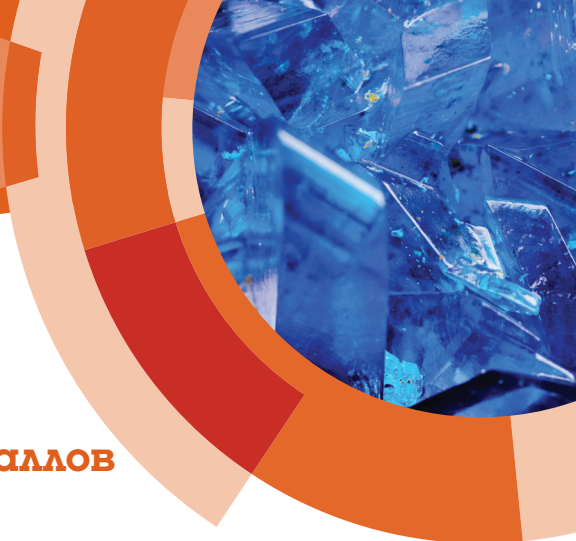
Кристаллизованные образцы обычно соответствуют следующим системам: столовая соль (кубическая, **X**), сахар (моноклинная, **U**), сульфат магния (орторомбическая, **V**), квасцы (кубическая, **X**) и нитрат калия (орторомбическая, **V**).

Посмотрите на свои кристаллы и оцените, соответствуют ли они этой классификации, запишите свои наблюдения в лист участника.

Поработайте совместно с классом (если вы работаете в одиночку, сравните собственные результаты), чтобы найти наилучшие результаты по каждому из образцов и разместить их на веб-сайте.

- Температура оставшегося раствора для каждого образца (°C) [**G**]
- Крупнейший монокристалл каждого из образцов (от 8 до 28) [**H**]
- Наиболее вероятная форма кристалла для каждого образца (от T до Z) [**I**]

Подсказка: увеличительное стекло поможет вам рассмотреть кристаллографическую систему.



Часть Б: Таблицы размера и формы кристаллов

Распечатайте их и используйте в классе

Таблица размеров кристаллов

Выберите номер, самый близкий к своему образцу (8 = мин, 28 = макс) [Н].

Если у вас получились игольчатые кристаллы, сравнивайте их длину с диаметром круга, приведенным ниже.

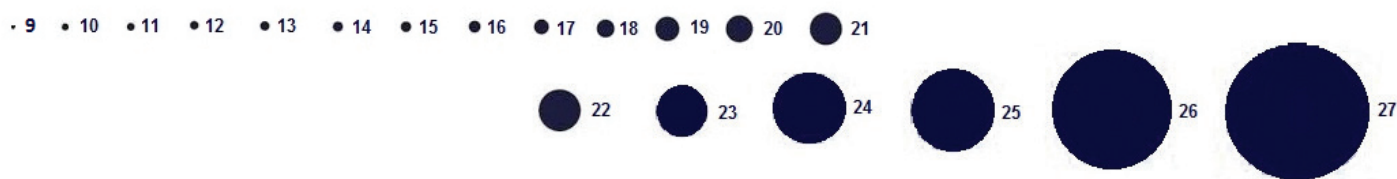

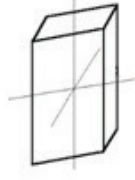
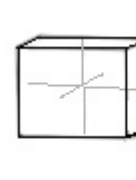

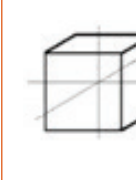

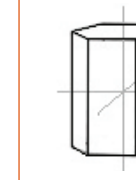


Таблица форм кристаллов

Выберите букву, наиболее близкую к вашему образцу [И].

						
Триклинная (Т)	Моноклинная (U)	Орторомбическая (V)	Тетрагональная (W)	Кубическая (X)	Тригональная (Y)	Гексагональная (Z)
В форме коробки хлопьев, сжатой в двух направлениях	В форме коробки хлопьев, сжатой с одной стороны (часто трудно различить Т и U, но U — тонкий кристалл)	В форме коробки хлопьев (или коробка спичек) (кристаллы могут быть очень длинными и иглоподобными, что встречается достаточно часто)	В форме двух соединенных кубов	В форме куба (достаточно часто), иногда кристаллы не имеют выраженных углов и по форме похожи на алмаз	Треугольная форма (как конфета Toblerone™): кристаллы могут иметь иглоподобный вид (редко, но отчетливо)	В форме незаточенного карандаша: кристаллы могут иметь иглоподобный вид (достаточно редко, но отчетливо)
У кристалла шесть граней	У кристалла шесть граней	У кристалла шесть граней	У кристалла шесть граней	У кристалла шесть граней	У кристалла пять граней	У кристалла восемь граней
Длина: от одного угла длины всех трех сторон различаются	Длина: от одного угла длины всех трех сторон различаются	Длина: от одного угла длины всех трех сторон различаются	Длина: от одного угла длины двух сторон одинаковы, а третья имеет длину примерно в два раза больше	Длина: от одного угла длины всех сторон одинаковы	Длина: от одного угла длины двух сторон одинаковы, а третья длиннее остальных	Длина: от одного угла длины двух сторон одинаковы, а третья длиннее остальных
Углы: ни один из углов не равен 90°	Углы: некоторые углы равны 90°, но не все	Углы: все углы равны 90° (часто это тонкий кристалл)	Углы: все углы равны 90°	Углы: все углы равны 90°	Углы: некоторые углы равны 90°, но не все	Углы: некоторые углы равны 90°, но не все

Часть Б: Выращивание кристаллов из образцов

Лист участника

Имя

Как вы считаете, будет ли отличаться количество вещества, растворимого в холодной и горячей воде? Почему?

.....

Можете ли вы предсказать, из какого образца получится самый крупный кристалл? Почему?

.....

Образец, из которого я выращивал(а) кристаллы

Температура оставшегося раствора (температура в вашей комнате) (°C) [G]	Размер самого большого монокристалла (от 8 до 28) [H]	Форма самого большого монокристалла (от T до Z) [I]

Коллективные лучшие результаты по каждому образцу для размещения на веб-сайте

	Столовая соль	Сахар	Эпсомит	Квасцы	Нитрат калия
Температура оставшегося раствора (температура в вашей комнате) (°C) [G]					
Размер самого большого монокристалла (от 8 до 28) [H]					
Форма самого большого монокристалла (от T до Z) [I]					

Часть В: Делимся своими данными

— Разместите свои результаты на нашей интерактивной карте

Разместите свои данные и фотографии на веб-сайте Глобального эксперимента:
<http://rsc.li/ge2014>

1) Перейдите по ссылке и нажмите кнопку «Submit your experiment data» (Отправить данные своего эксперимента)

 Submit your experiment data

2) **Расположение:** Введите имя, действующий адрес электронной почты и название класса или команды

3) **Расположение:** Введите страну и индекс и нажмите «Search» (Поиск)

 Search

Используйте интерактивную карту, чтобы обозначить свое положение. Найдя нужную точку, нажмите на карту, чтобы отметить свое расположение



Затем нажмите на синий текст «Pin the location where you completed the experiment» (Отметить место, в котором вы выполняли эксперимент).

Это действие добавит красную отметку в месте вашего расположения

4) **Данные эксперимента:** Теперь вы сможете ввести все данные своего эксперимента в соответствующую таблицу (если вы провели опыты не для всех образцов, введите то, что у вас есть)

5) **Наконец, загрузите свои изображения по эксперименту на наш веб-сайт.**

Вы также можете рассказать о глобальном эксперименте в Твиттере с помощью тэга #globalexperiment

 Submit

Часть Г: Анализ веб-сайта и поиск оптимальных условий

Анализ веб-сайта

Почему бы после завершения эксперимента и публикации результатов не проанализировать имеющиеся данные, чтобы выявить некоторые закономерности?

Сайт глобального эксперимента содержит интерактивную карту, которая позволяет искать и просматривать конкретные данные, нажимая на значки. Вы также можете получить доступ к данным, нажав кнопку «Export data» (Экспортировать данные) и скачав таблицу.

Графика на сайте отображает средние данные.

- **Где был выращен самый большой кристалл?**
- **При каких условиях? (температура)**

Другие интересные ресурсы

Существует много сайтов, предоставляющих местные данные о водопроводной воде (ниже приведены некоторые примеры):

<http://www.ecowater.co.uk/why-a-water-softener/test-your-water-water-in-the-uk/post-code-checker/>
(Великобритания)

<http://www.ewg.org/tap-water/whats-in-yourwater.php> (США)

Например, по британской ссылке можно сравнить результаты по Лондону и Эдинбургу. В Лондоне водопроводная вода жесткая (вода с высокой концентрацией минеральных солей кальция и магния), а в Эдинбурге вода мягкая. Сильно ли различаются результаты по Лондону и Эдинбургу?

Дополнительные исследования

Попробуйте провести собственное исследование.

Жесткость/мягкость, pH, содержание солей и примесей (фторид) в питьевой воде различаются по всему миру.

Сможете ли вы найти что-нибудь о составе воды в месте, где был выращен самый большой кристалл?

Каковы экологические условия в данном месте?

- **Влажность (мог ли высокий уровень влажности повлиять на рост кристаллов?)**
- **Содержание пыли в воздухе (растут ли большие кристаллы в пыльной комнате?)**

Заметки для учителя/лаборанта

Этот эксперимент разработан как практическое задание для учеников в возрасте 7–14 лет. Вам будет необходимо оценить время, которое понадобится на выполнение данного задания вашим ученикам.

Вы можете использовать данные с веб-сайта глобального эксперимента, чтобы сравнить данные участников со всего мира, найти новую информацию и при необходимости обсудить ошибки.

Рекомендуется использовать все 5 образцов при выполнении данного эксперимента, но можно взять меньше и поделиться частью данных.

Кроме того, предпочтительно размещать данные по частям А и Б одновременно (через неделю роста кристаллов), однако вы можете разместить данные по отдельности, если посчитаете нужным.

Эксперименты

Количества в 0,5–1 кг каждого образца будет достаточно для проведения эксперимента в классе.

Эксперимент не требует большой точности: он может быть проведен с использованием кухонных весов. Работа составлена таким образом, что может выполняться дома или в школе.

Часть А: дополнительные идеи

Растворение образцов и насыщение растворов: Вы с классом можете пронумеровать половину чашек с образцами, а участники в парах должны установить состав своего неизвестного образца, сравнив свои результаты с данными со страницы результатов глобального эксперимента (<http://rsc.li/ge2014>).

Если вы проводите эксперимент таким образом, будьте уверены, что знаете, где какие образцы, чтобы позже отправить данные на веб-сайт.

Часть А: Вопросы и ответы

В: Дайте определение понятию кристалла

О: Кристаллическое тело состоит из атомов или молекул, которые расположены повторяющимся образом в виде наложенных слоев.

В: В будущем смогли бы вы различить образцы, если бы они не были подписаны?

О: Да, все они имеют различные свойства.

В: Если бы для приготовления насыщенного раствора был взят неизвестный образец со средними свойствами [E] 8 °C и [F] 9,5 г, какой из пяти образцов это мог бы быть?

О: Нитрат калия.

Часть Б: дополнительная помощь по выращиванию кристаллов

Не все образцы одинаково хорошо образуют кристаллы. Вот несколько полезных советов.

- 1) Проводите параллельные эксперименты
- 2) Вырастить кристаллы сахара труднее всего
- 3) Если через день вы не обнаружите кристаллов, добавьте несколько кристалликов твердого вещества, чтобы простимулировать рост (когда мы пробовали этот способ для сахара, он сработал: такие кристаллики называются затравками)

Часть Б: цветные кристаллы

В конце шага б можно добавить несколько капель пищевого красителя или чернил из маркера, чтобы получить цветные кристаллы. Мы не знаем, какое влияние это окажет на рост кристаллов, но краситель точно сделает эксперимент более веселым!

Часть Б: «Быстрые» кристаллы

В конце шага 7 можно быстро охладить чашки с растворами в ледяной воде, что для некоторых образцов приведет к мгновенному выпадению кристаллов. Такая быстрая кристаллизация не приведет к образованию больших кристаллов, но разницу размеров можно будет обсудить в классе после того, как за неделю вырастут более крупные кристаллы.

Часть Б: Вопросы и ответы

В: Как вы считаете, будет ли отличаться количество вещества, растворимого в холодной и горячей воде? Почему?

О: Да, потому что в горячей воде частицы движутся быстрее и раствориться может больше вещества.

В: Можете ли вы предсказать, из какого образца получится самый крупный кристалл?

О: Лишь догадка — участники могут подумать, что сахар и сульфат магния дадут самые большие кристаллы из-за наиболее высокой растворимости в воде (реальный результат станет ясен в ходе эксперимента).

Полностью используйте **часть Г: Анализ веб-сайта и поиск оптимальных условий**.

Стандартное руководство по технике безопасности для школ

Правила техники безопасности при проведении практических занятий по химии в школах касаются всех: учителей, лекторов, лаборантов, сотрудников, школьников, родителей и охранников, а также авторов, издателей и переводчиков.

Это руководство основано на правилах, принятых в Великобритании. Если вы работаете в другой стране, вам могут понадобиться другие правила.

В процессе выверки глобальный эксперимент был проверен на соответствие технике безопасности.

Мы попытались добиться того, чтобы:

- Были описаны все распространенные потенциальные опасности
- Были предложены соответствующие меры предосторожности

Предполагается, что:

- Соблюдаются правила безопасной работы с химическими реактивами
- В случаях необходимости используются средства защиты глаз
- Перенос горячей воды осуществляется с большой осторожностью и под присмотром взрослых
- При проведении в школе работа выполняется под присмотром учителя и в специально оборудованном помещении
- При проведении в школе оборудование регулярно проверяется, и поддерживается в надлежащем состоянии, ведутся соответствующие записи
- При проведении в школе доступны медпункт и обученный фельдшер

Ответственность учителей и их работодателей

Согласно законодательным актам по контролю за веществами, опасными для здоровья, руководству по организации мер безопасности и охраны труда, а также другим законодательным актам работодатели в Великобритании несут ответственность за оценку риска перед проведением опасных процедур или использованием опасных химических веществ и материалов. Учителя должны сотрудничать со своими работодателями, действуя в соответствии с такой оценкой рисков. Однако учителям необходимо иметь в виду, что случаются ошибки и разные работодатели принимают различные стандарты.

Ссылки

Образцы оценки рисков взяты из следующих источников или совместимы с ними:

CLEAPSS Hazcards (см. [веб-сайт CLEAPSS](#))

Инструкция для лабораторий CLEAPSS (см. [веб-сайт CLEAPSS](#))

Рецептурные карты CLEAPSS (см. [веб-сайт CLEAPSS](#))

Обновленные данные по безопасности ASE: ключевые обновленные версии на веб-сайте (см. [веб-сайт ASE](#))