

# «Выращивание кристаллов сахара»



Домашняя работа

# Выращивание кристаллов сахара



## Обзор занятия



На занятии «Выращивание кристаллов сахара» вы узнаете о том, как наноструктуры влияют на площадь поверхности зерна и как можно получить различные кристаллы без вмешательства в молекулярную структуру. Будет исследована площадь поверхности зерна и молекулярная структура кристаллов сахара в разных состояниях.



# Выращивание кристаллов сахара

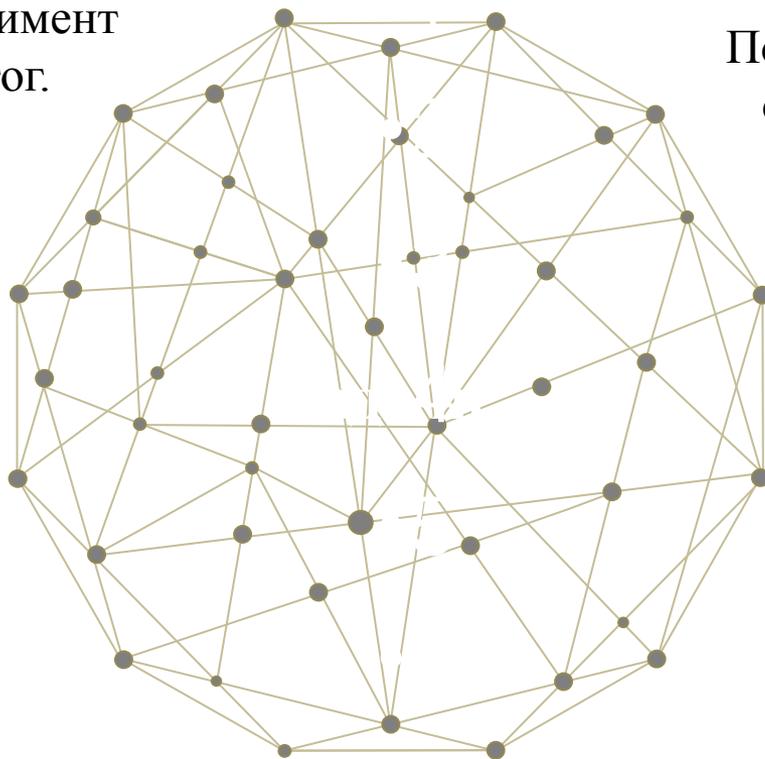


Получить знания о наноструктурах.

Провести эксперимент и подвести итог.

Получить знания о кристаллах.

Сделать прогноз, как кристаллы, выращенные из разных растворов, будут различаться на молекулярном уровне.



Получить знания о площади поверхности.

Исследовать виды сахара с различным размером зерна.

Узнать о принципах индивидуальной работы.

# Выращивание кристаллов сахара



## По итогам работы



По итогам выполнения домашней работы подготовит презентацию (powerpoint), содержащую фотографии о ходе выполнения экспериментов, выводы по всем этапам выполнения работы, ответы на контрольные вопросы.

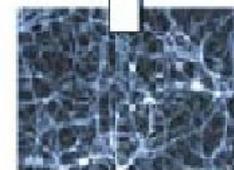


# Выращивание кристаллов сахара



## Что такое нанотехнологии?

Представьте, что вы можете наблюдать, как красное кровяное тельце движется по вене. А каково было бы увидеть, как атомы натрия и хлора приближаются друг к другу, обмениваются электронами и формируют кристаллик соли? Или наблюдать, как вибрируют молекулы в ванночке с водой при повышении температуры? Благодаря микроскопам, которые совершенствовались в последние десятилетия, сегодня мы можем увидеть и это. Возможность наблюдать за материалами, измерять их и даже вносить в них изменения на молекулярном или атомном уровне называется нанотехнологией, или нанонаукой. Приставка «нано» означает одну миллиардную часть. Ученые и инженеры применяют ее для обозначения крайне малых величин, в том числе единиц длины (нанометр), времени (наносекунда), объема (нанолитр) и массы (нанограмм). Чаще всего эта приставка используется именно при измерении длины, наиболее распространенная единица среди названных — нанометр (нм). Диаметр атома менее 1 нм, а чтобы получить цепочку длиной 1 нм, необходимо выстроить 10 атомов водорода. Атомы других элементов крупнее атомов водорода, но и их диаметр менее нанометра. Диаметр атома типичного вируса составляет около 100 нм, а длина бактерии — около 1000 нм. Благодаря таким устройствам, как атомно-силовые микроскопы и растровые электронные микроскопы, сегодня мы можем рассматривать наномир, ранее скрытый от глаз человека.



Площадь поверхности четырех граммов углеродных нанотрубок равна площади футбольного поля

# Выращивание кристаллов сахара



## Растровый электронный микроскоп



Растровый электронный микроскоп — это особый тип электронного микроскопа, позволяющий получить изображение поверхности путем ее растрового сканирования сфокусированным электронным пучком. При растровом сканировании изображение разрезается на последовательные (обычно горизонтальные) полосы, называемые строками сканирования. Электроны взаимодействуют с атомами, формирующими образец, и генерируют сигналы, содержащие данные о форме, составе и даже электрической проводимости поверхности. На снимке справа показана пыльца различных растений, увеличенная в 500 раз. Этот снимок был получен с помощью растрового электронного микроскопа в лаборатории Дартмутского колледжа.



# Выращивание кристаллов сахара



## Сферы применения нанотехнологий



Материалы с различными физическими свойствами, полученными в результате изменений на наноуровне, позволяют изготавливать новые изделия. Многие из них еще исследуются, однако некоторые уже нашли коммерческое применение.

Например, добавление наночастиц позволило изобрести ткани, устойчивые к загрязнению. Производители автомобилей повышают прочность бамперов с помощью нанокристаллов. Изменение оптических свойств суспензии (за счет изменения размера и формы коллоидных частиц в растворе) позволило создать цветные фильтры и цветные лампы. При производстве таких изделий, как велосипедные рамы и теннисные ракетки, стали использоваться угольные нанотрубки, позволяющие повысить прочность и уменьшить вес.



# Выращивание кристаллов сахара



## Применение в биомедицине

Ожидается, что нанотехнологии сыграют важную роль в повышении качества медицинского обслуживания благодаря диагностике заболеваний на ранних стадиях, разработке более совершенных лекарств и имплантатов, развитию адресной терапии и т. д. Для раннего распознавания ряда смертельных заболеваний разрабатываются биодатчики из наноматериалов, при изготовлении которых используются инновационные методы производства устройств и обработки сигналов. В этих датчиках применяются угольные трубки или кремниевые нанопровода, удерживающие зондирующую молекулу, которая ищет в организме признаки определенного заболевания. Ожидается, что массовое производство нанобиодатчиков будет возможно благодаря заимствованию технологий из области изготовления компьютерных чипов. Также нанотехнологиям отводится важная роль в терапии. Ожидается, что они внесут значительный вклад в совершенствование синтетических медикаментов и адресной терапии. В частности, кандидатами на доставку медикаментов считаются молекулы семейства дендримеров (каскадные молекулы). Эти крупные полимеры имеют форму мешочка, в который можно поместить медикамент, чтобы молекула доставила его к нужному органу.



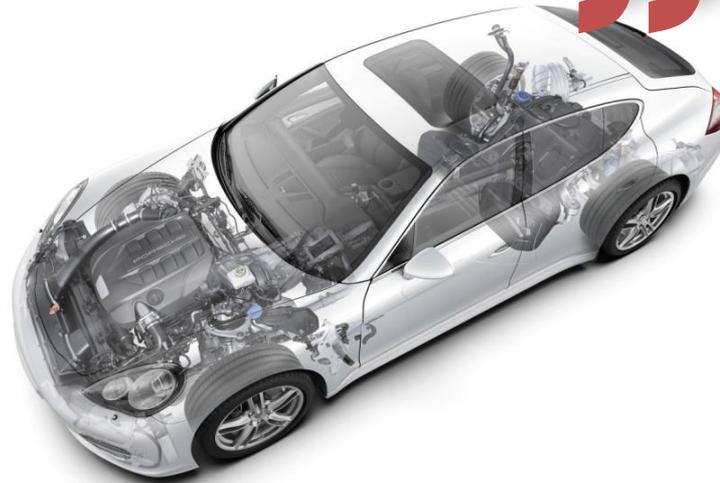
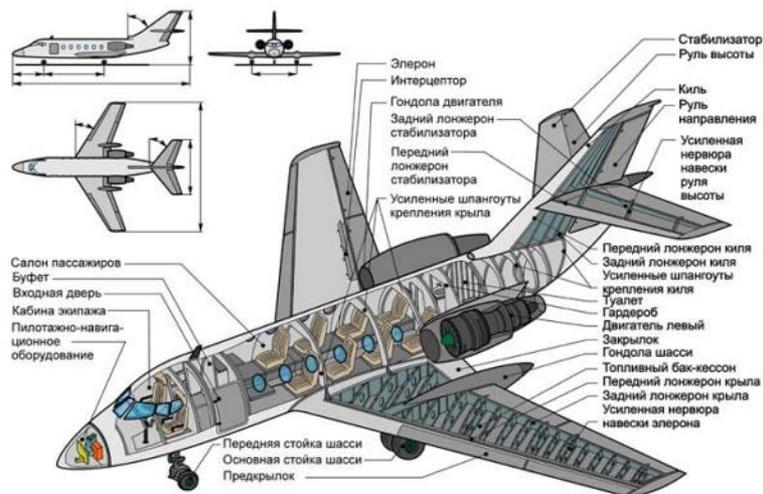
# Выращивание кристаллов сахара



## Применение в транспортной сфере



Нанотехнологии могут быть очень полезны и в транспортной сфере: композиционные материалы (композиты) с уменьшенным весом и повышенной прочностью могут применяться в самолето- и автомобилестроении. Они создаются из двух или более материалов со значительно различающимися физическими или химическими свойствами. Эта разность сохраняется и в окончательной структуре. Нанокompозиты легче и прочнее других широко используемых композитов.



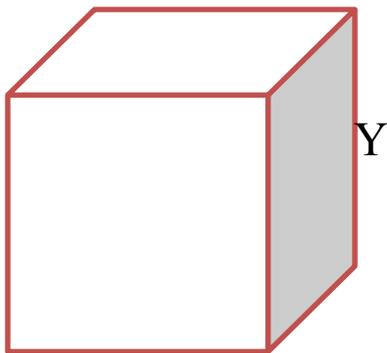
# Выращивание кристаллов сахара



## Что такое площадь поверхности?

Площадь поверхности — это размер внешней оболочки объекта; она измеряется в квадратных единицах. Если у объекта плоские грани, его площадь поверхности можно рассчитать, сложив площади всех граней. Даже объекты без углов, такие как сфера, имеют площадь поверхности.

Формулы площади поверхности квадратных фигур Площадь поверхности куба можно рассчитать по следующей формуле:  $X = 6Y^2$  (произведение 6 и  $Y^2$ ).



На рисунке показан куб, длина ребра которого равна  $Y$ . Так как его грань — квадрат, то все ее стороны равны. Чтобы рассчитать площадь поверхности куба, необходимо сначала найти площадь его грани. Площадь грани равна  $Y \times Y$ , или  $Y^2$ . Чтобы найти площадь поверхности куба, необходимо умножить это значение на 6. Например, если длина ребра  $Y$  равна 10 мм, то площадь одной грани составляет 100 кв. мм, а площадь поверхности куба — 600 кв. мм.



# Выращивание кристаллов сахара

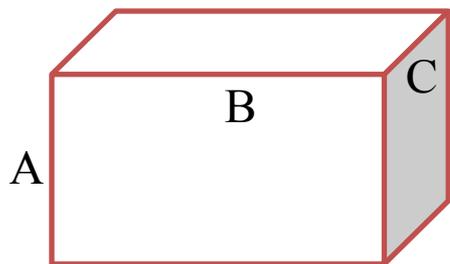


## Что такое площадь поверхности?

Формулы площади поверхности прямоугольных фигур.

Площадь поверхности параллелепипеда можно рассчитать по следующей формуле:  $X = 4AB + 2AC$ .

Ребра параллелепипеда неодинаковы, поэтому для подсчета площади поверхности необходимо знать размер трех из них (остальные будут соотноситься с ними по величине). На рисунке они обозначены буквами А, В и С. Чтобы найти площадь передней грани параллелепипеда, необходимо умножить А на В. Так как параллелепипед имеет четыре одинаковые грани, то для расчета их общей площади произведение А и В необходимо умножить на четыре ( $4 \times A \times B$ ). Это первая часть формулы. Также нам необходимо найти площадь двух меньших граней. Для этого умножим А на С. Таких граней две, поэтому получаем выражение  $2 \times A \times C$  — вторую часть нашей формулы. Если, например, длина ребра А составляет 10 мм, ребра В — 30 мм, а ребра С — 15 мм, то площадь параллелепипеда рассчитывается описанным ниже образом.



$A \times B = 300$  мм, следовательно,  $4AB = 1200$  кв. мм.

$A \times C = 150$  мм, следовательно,  $2AC = 300$  кв. мм.

Таким образом, площадь поверхности параллелепипеда составляет 1500 кв. мм.

# Выращивание кристаллов сахара



## Почему важна площадь поверхности



Базовые свойства наночастиц могут существенно отличаться от свойств крупных частиц. Речь идет о механических свойствах, электрической проводимости, реакции на изменение температуры и даже о химических реакциях. Площадь поверхности — один из параметров, который изменяется по мере уменьшения частицы. Так как химические реакции обычно происходят на поверхности частицы, увеличение ее площади ведет к изменениям протекания этих реакций.



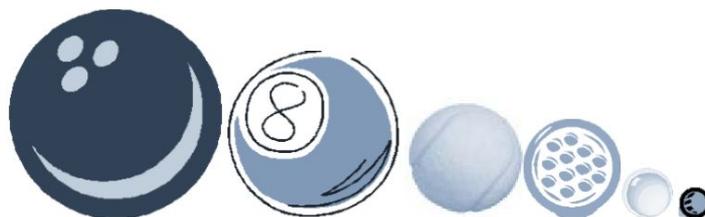
# Выращивание кристаллов сахара



## Насколько велико малое?

Наглядно представить размер наночастиц достаточно сложно. Следующее упражнение поможет понять, насколько велико может быть малое.

Ниже изображены знакомые вам предметы: шар для боулинга, бильярдный шар, теннисный мяч, мяч для гольфа, стеклянный шарик и горошина. Оцените размер этих объектов относительно друг друга.



А теперь посмотрите на изображенную ниже шкалу, разработанную Национальным институтом рака США, и оцените размеры показанных предметов начиная с теннисного мяча. Точка (.) на этой странице имеет размер 1 000 000 микрон. В сравнении с микром или молекулой воды (H<sub>2</sub>O) она огромна.



# Выращивание кристаллов сахара



Стоит задача изучить зависимость площади поверхности кристалла сахара от его состояния. Размеры кристаллов могут различаться, что определяет область его применения.

## Виды сахара

Сахарная обсыпка. Крупнозернистый сахар, такой как сахарная обсыпка, часто используется для добавления «блесток» на кондитерские изделия, например печенье или конфеты. Этот эффект возникает из-за того, что грани крупных кристаллов отражают свет.

Сахарный песок. Размер зерна обычного сахарного песка составляет около 0,5 мм, такой сахар обычно добавляется в чай или кофе.

Кондитерский сахар. Кондитерский сахар получают путем просеивания сахарного песка. Размер его зерна составляет около 0,35 мм, такой сахар часто используется в выпечке.

Сахарная пудра. Сахарная пудра — это очень мелко размолотый сахар. Величина зерна молотого сахара составляет около 0,060 мм, а сахарной пудры — 0,024 мм. Эти два вида широко применяются в выпечке, где сахар должен быстро растворяться. Из сахарной пудры готовят глазурь и другие кондитерские украшения.

Строение молекул сахара всегда одинаково и не зависит от величины зерна.



# Выращивание кристаллов сахара



## Влияние размера зерна на площадь его поверхности

Площадь поверхности сахара в грамме сахарной пудры гораздо больше, чем в грамме кондитерского сахара. А площадь поверхности в грамме кондитерского сахара гораздо больше, чем в грамме сахарного песка.

### Задание по растворению

Налейте в две чистые чашки по 250 мл теплой воды. Добавьте в одну чашку чайную ложку сахарной пудры, а в другую — чайную ложку сахарного песка. Ответьте на вопросы ниже.

Какой вид сахара растворился быстрее?

Как вы думаете, почему? Как повлияла площадь поверхности на скорость растворения?



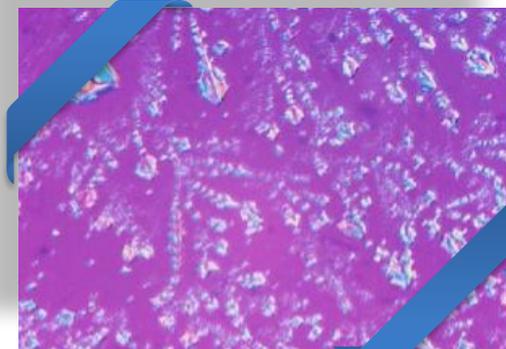
# Выращивание кристаллов сахара



## Задание по кристаллизации

### Что такое кристалл?

Кристалл — это твердая структура, атомы, молекулы и ионы которой организованы в пространстве в виде определенного узора. Формирование кристаллической структуры из жидкости или из жидких растворов называется кристаллизацией. Структура кристалла, сформированного из жидкости, зависит от химических свойств жидкости и физических условий окружающей среды, таких как давление воздуха. Снежинки, алмазы, столовая соль — все это примеры кристаллов. Существует научная дисциплина, которая изучает кристаллы и их образование, — кристаллография.



# Выращивание кристаллов сахара



## Что такое насыщение?



Такие вещества, как сахар, не могут растворяться в воде бесконечно. После достижения определенного предела добавляемый сахар будет оставаться в твердом состоянии. Этот предел называется насыщением. На этом занятии мы растворим в горячей воде сахар двух видов. По мере испарения воды степень насыщения раствора будет повышаться и сахар начнет прилипать к жгуту, формируя твердые молекулы. Эти молекулы будут притягивать другие, а те — следующие, в результате будут формироваться кристаллы. По мере испарения воды сахарный раствор будет насыщаться и кристаллы на жгуте будут расти. По окончании эксперимента на жгуте будет примерно квадриллион (1 000 000 000 000 000) молекул.



# Выращивание кристаллов сахара



## Постановка задачи



Подумайте над следующим вопросом: если растворить в воде сахар разных видов (песок, пудру, кубики рафинада), а затем вырастить кристаллы, будет ли их вид различаться под микроскопом? Запишите ответ.

Приведите не менее двух аргументов в пользу своей гипотезы.



# Выращивание кристаллов сахара



## Этап тестирования



Подготовьте следующие материалы:

- 2 чистые чашки из термостойкого стекла или 2 мерных стакана объемом не менее литра;
- 2 тонких ватных жгута, длина которых составляет 1,5 высоты чашки;
- 2 карандаша или палочки;
- груз для подвешивания на леске (например, гайка);
- 750 мл сахарного песка;
- 750 мл сахарной пудры;
- 500 мл горячей воды.



# Выращивание кристаллов сахара



## Наблюдение

Вы будете выращивать кристаллы из сахара двух видов: песка и пудры. Помните, что размер зерна сахарного песка составляет около 0,5 мм, а зерна сахарной пудры — около 0,06 мм. Рассмотрите сахарный песок и сахарную пудру. Запишите свои наблюдения за ростом кристаллов.

	Сахарный песок	Сахарная пудра	Кристалл, выращенный из раствора сахарного песка	Кристалл, выращенный из раствора сахарной пудры
Опишите, что вы видите				
Нарисуйте то, что видите				



# Выращивание кристаллов сахара



## Исследование

1. Напишите на одной чашке «Сахарный песок», а на другой — «Сахарная пудра».
2. Добавьте в каждую из них 750 мл сахара соответствующего вида.
3. Налейте в чашки по 250 мл горячей воды.
4. Размешивайте сахар, пока вода не станет прозрачной (это означает, что сахар растворился). Примечание. Чтобы растворить сахар, можно также довести воду до кипения.
5. Окуните в каждую чашку по ватному жгуту, а затем выньте их и оставьте сохнуть на тарелке не менее десяти минут. Чем дольше жгуты будут сохнуть, тем лучше. На них уже будут кристаллы сахара, которые помогут формироваться новым, что ускорит кристаллизацию после погружения жгутов в сахарный раствор.
6. Привяжите один конец каждого жгута к карандашу, а второй опустите вертикально в сахарный раствор. Можно прикрепить к жгуту винт или болт, чтобы он сохранял вертикальное положение.
7. Следите за ростом кристаллов и записывайте свои наблюдения.



# Выращивание кристаллов сахара



## Этап оценки

Ответьте на перечисленные ниже вопросы.

1. Чем кристаллы, выращенные из сахарного песка, отличаются от кристаллов из сахарной пудры? Будьте конкретны и, если необходимо, проиллюстрируйте свой ответ.
2. Подтверждают ли полученные результаты вашу гипотезу? Удивлены ли вы результатом?
3. Назовите две сферы применения, в которых предпочтителен сахар с большей площадью поверхности зерна. Почему?
4. Предложите еще одну сферу, где могут применяться нанотехнологии. Например, инженеры изучают возможности применять нанотехнологии с целью увеличить площадь поверхности солнечных панелей: это позволит повысить их производительность, так как они смогут улавливать больше лучей. Есть ли у вас похожие идеи?
5. Какие сведения о нанотехнологиях или наноструктурах показались вам наиболее интересными?

# Выращивание кристаллов сахара



## Примеры выращенных кристаллов сахара



# Выращивание кристаллов сахара



## Примеры выращенных кристаллов сахара



# Выращивание кристаллов сахара



## Примеры выращенных кристаллов сахара



# Выращивание кристаллов сахара



## Ресурсы

«Физика», Анна Спектор, 2018,  
Издательство: АСТ.

«Основы физики твердого тела»,  
Учебное пособие, О.Ю. Шевченко, 2016г.

<http://fiz.1september.ru/article.php?ID=200600409>

<http://bourabai.kz/physics/1840.html>

<http://naukarus.com/vyraschivaem-kristally>

**Спасибо за внимание!**



**Домашняя работа**