



# Строение вещества в вопросах и ответах: от моющего средства до алмаза

СЦЕНАРИЙ УРОКА И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ УРОЧНОЙ И ВНЕУРОЧНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

АВТОР: АЛЕКСАНДР ЮЛЬЕВИЧ АЗБЕЛЬ,  
КАНД.ФИЗ-МАТ.НАУК, ФТИ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ

Для возраста

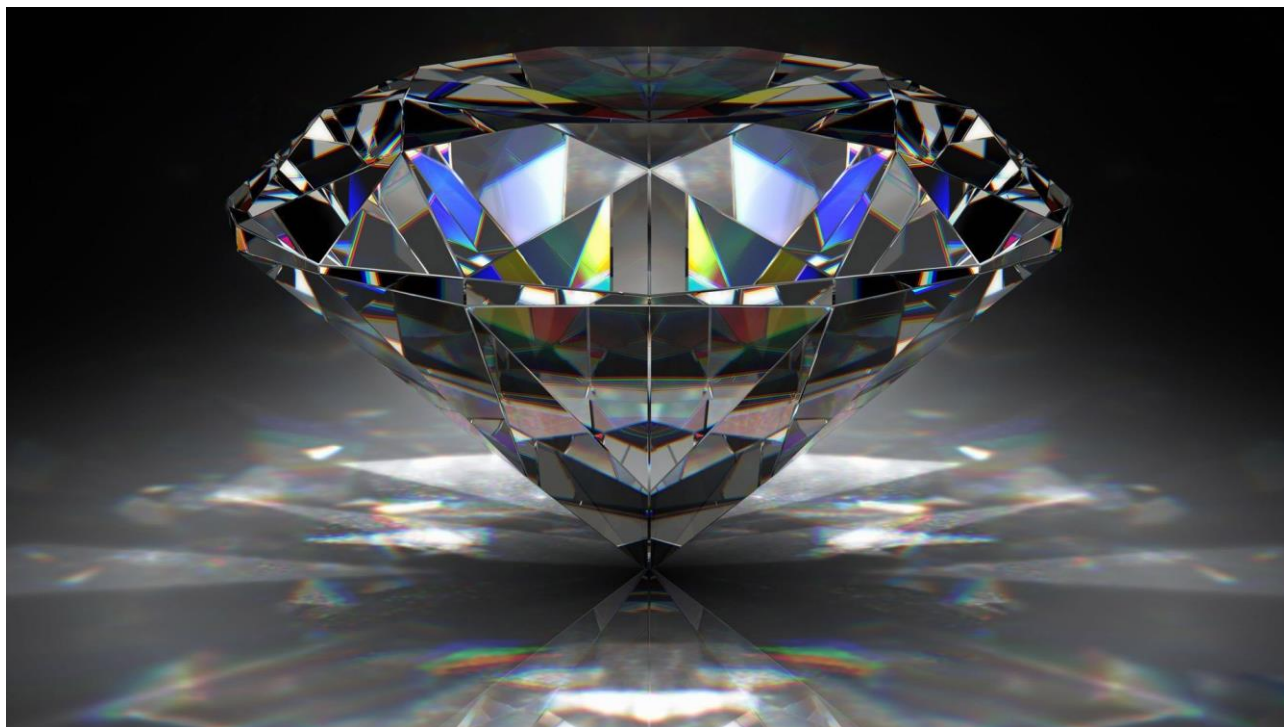
**7 класс**

Трудоемкость

**2 часа**

[htweek.ru](http://htweek.ru)





## Дорожная карта

<b>Название</b>	<b>Строение вещества в вопросах и ответах: от моющего средства до алмаза</b>
<b>Смысл</b>	Из известных школьникам в окружающем мире предметов и явлений, аналогий и общих соображений выводится и подтверждается гипотеза об атомно-молекулярном строении вещества, объясняется и экспериментально демонстрируется понятие прочности и принцип работы моющих средств. В качестве высокотехнологичного примера перестройки межатомных связей приводится синтез искусственных алмазов.
<b>Ключевые смыслы</b>	Молекулы как носители свойств веществ, атомы как детали молекул, роль межмолекулярных связей при формировании вещества и взаимодействии веществ
<b>Возраст, число участников</b>	Возраст – 7-8 класс, количество участников до 25 человек. Форма организации – групповая работа.

<b>Ресурсное обеспечение</b>	Доступ к интернету для школьников, персональный или через общий компьютер с большим экраном. Блюдо большого диаметра, вода, керосин или уайт-спирит, пипетка (по числу групп). Таблица Менделеева – плакат или в интернете. Образцы материалов для тестирования твердости и алмазный стеклорез (по числу групп). Подкрашенное растительное масло, блюдца (тарелки) из стекла, металла и пластика, моющее средство, пипетка (по числу групп).		
<b>Этап и время</b>	<b>Что делает организатор?</b>	<b>Что делают участники?</b>	<b>Ресурсное обеспечение, необходимое оборудование, необходимые реактивы</b>
1. Разные тела и одинаковые вещества (15 минут)	Проверяет и комментирует ответы на вопросы.	Читают ч. 1 текста, отвечают на вопросы.	Текст для школьников
2. Молекулы – кирпичики вещества (20 минут)	Проверяет и комментирует ответы на вопрос, организует проведение эксперимента по оценке размера молекул	Читают ч. 2 текста, отвечают на вопрос, проводят эксперимент по оценке размера молекул	Текст для школьников, иллюстрации из интернета (см. в тексте для школьников), интерактивная шкала масштабов Вселенной <a href="https://htwins.net/scale2/index.html">https://htwins.net/scale2/index.html</a> , блюдо большого диаметра, вода, керосин или уайт-спирит, пипетка
3. Атомы – детали молекул (10 минут)	Проверяет и комментирует ответы на вопрос	Читают ч. 3 текста, отвечают на вопрос	Текст для школьников, таблица Менделеева.

перерыв			
4. Вещество - результат соединения молекул (10 минут)	Проверяет и комментирует ответы на вопросы.	Читают ч. 4 текста, отвечают на вопросы.	Текст для школьников, иллюстрация <a href="https://cs6.pikabu.ru/post_img/2014/10/24/12/1414179492_107437334.png">https://cs6.pikabu.ru/post_img/2014/10/24/12/1414179492_107437334.png</a>
5. Разные молекулы – разная твердость (20 минут)	Организует проведение эксперимента по сравнению твердости разных веществ, проверяет и комментирует ответы на вопрос	Читают п. 5 текста, проводят эксперимент по сравнению твердости разных веществ, отвечают на вопрос	Текст для школьников, образцы материалов для тестирования твердости и алмазный стеклорез, иллюстрации из интернета (см. в тексте для школьников), видео про синтез искусственных алмазов <a href="https://www.youtube.com/watch?v=vep-rJHgwOs">https://www.youtube.com/watch?v=vep-rJHgwOs</a>
6. Как работают моющие средства (10 минут)	Организует проведение эксперимента по действию моющих средств и обсуждение его результатов	Читают п. 6 текста, проводят эксперимент по действию моющих средств	Текст для школьников, подкрашенное растительное масло, блюда (тарелки) из стекла, металла и пластика, моющее средство, пипетка

---

7. Самооценка учебных достижений (5 минут)	Предлагает учащимся заполнить таблицу «Самооценка учебных достижений» (в тексте для школьников)	Заполняют таблицу в конце текста для школьников, подсчитывают баллы.	Текст для школьников
--	---	--	----------------------

**Планируемый предметный результат:**

- молекулы как носители свойств веществ;
- оценка размеров молекул;
- атомы как детали молекул;
- атомно-молекулярное строение вещества как проявление общего принципа уменьшения разнообразия при уменьшении размеров;
- межмолекулярные связи и прочность веществ, сравнение твердости веществ;
- межмолекулярные связи и взаимодействие жидкости с твердой поверхностью, принцип работы моющих средств.

**Планируемый «компетентностный» результат:**

- умение выдвигать собственные предположения в ответ на вопрос;
- умение находить общие закономерности и подтверждение гипотез в наблюдениях за окружающим миром;
- получение опыта проведения экспериментов.

## Сценарий урока (материалы для учителя)

**Важно:** за день до проведения урока надо приготовить небольшое количество растительного масла, окрашенного пищевым жирорастворимым красителем. Краситель растворяется не сразу, поэтому во время урока нормально подкрасить масло, скорее всего, не удастся. А неокрашенное масло трудно различается на фоне моющего средства и воды.

*Курсивом и серым фоном* выделены вопросы для учеников, на которые тут даются варианты ответов и комментарии. Разумеется, учитель может по своему усмотрению модифицировать как вопросы, так и комментарии к ответам в зависимости от уровня подготовки класса, времени проведения урока относительно освоения школьной программы и т.д.

### 1. Разные тела и одинаковые вещества (15 минут)

*Как вы думаете, являются ли телами:*

- солнечный зайчик

- изображение на экране смартфона

- звук

- облако в небе

- компьютерный файл

Ответ: из всего этого телом является только облако, оно имеет объем, массу и даже некоторую форму – хотя все эти параметры облака быстро меняются. Все остальное не имеет либо массы, либо объема, либо того и другого.

*Попробуйте угадать, какое из перечисленных веществ часто применяется в чистом виде:*

- железо

Комментарий: нет, оно практически всегда используется только в виде сплавов. Даже железнодорожные рельсы, несмотря на их название, сделаны не из чистого железа, а из стали.

- медь

Комментарий: да, высокочистая медь используется для электрических проводов.

- углерод

---

Комментарий: да, ювелирные алмазы и графитовые блоки атомных реакторов – это чистейший углерод, хотя и в разных модификациях.

Учитель может расширить список веществ или предложить ученикам самим это сделать.

*Перечислим некоторые понятия, а вы попробуйте угадать, можно ли их отнести к свойствам веществ:*

- температуры плавления и кипения

Комментарий: да, это важные свойства веществ. Только помните, что температуры эти могут зависеть от давления – например, высоко в горах вода закипает не при 100 градусах, а при более низкой температуре.

- прозрачность

Комментарий: да, но с возможным уточнением, для какого именно света. Например, вещество может хорошо пропускать желтый свет, но задерживать синий.

- масса

Комментарий: нет, это свойство тела. Свойство именно вещества, связанное с массой – плотность.

- цвет

Комментарий: да, но надо учитывать, что видимый нашими глазами цвет предметов может сильно зависеть от освещения этих предметов.

- электропроводность

Комментарий: безусловно.

- объем

Комментарий: нет, объем имеют только тела.

- вкус и запах

Комментарий: да, хотя для разных людей эти свойства могут слегка отличаться.

- ядовитость или полезность

Комментарий: да, но с обязательным уточнением, для каких организмов. Например, некоторые содержащиеся в луке вещества крайне ядовиты для собак и других животных, а человек может есть лук практически в любом количестве.

---

### **- ровность поверхности**

Комментарий: нет, само вещество вообще не имеет формы, форму имеет только состоящее из вещества тело.

### **- способность реагировать с другими веществами**

Комментарий: конечно, это одно из ключевых свойств.

Разумеется, учитель может изменять перечень свойств по своему усмотрению.

## **2. Молекулы – кирпичики вещества (20 минут)**

*Как вы думаете, какая примерно жгучесть у самых «сильных» сортов перца?*

**Вариант 1. 100.**

Комментарий: нет, это самые слабые перцы.

**Вариант 2. 10 000.**

Комментарий: нет, это примерно крепость халапеньо, который еще можно есть, хоть и немного.

**Вариант 3. 1 000 000.**

Комментарий: примерно так, в 3 миллиона раз надо развести экстракт самого сильного на сегодня сорта перца, чтобы его жгучесть исчезла. То есть – один миллилитр на автоцистерну воды. И при этом даже в капле раствора окажутся молекулы капсаицина – вещества, отвечающего за острый вкус. При том что сам перец состоит далеко не только из одного капсаицина.

Опыт с растеканием керосина или уайт-спирита по поверхности воды: для примера, если диаметр блюда 24 см, то толщина пленки получится  $2.2 \cdot 10^{-5}$  мм, т.е. 22 нм.

## **3. Атомы – детали молекул (10 минут)**

*Почему нельзя считать, что у атома нет никаких составных частей?*

Здесь очень желательно предложить школьникам думать, не предлагая готовых версий. Примерные возможные версии и комментарии к ним:

Вариант 1. Потому что атомы одного вида могут превращаться в атомы другого вида.

Комментарий: Нет. Хотя такие процессы действительно могут происходить, но реально их стали фиксировать только в самом конце 19 века и для немногих элементов. До того в



течение многих веков алхимики пытались превратить разные элементы в золото, но у них так ничего и не вышло.

Вариант 2. Потому что непонятно, чем атомы соединяются друг с другом, если у них нет никаких «деталей».

Комментарий: Именно! Действительно современная теория атома во многом родилась из попыток объяснения и расчета связей между атомами.

Вариант 3. Потому что у всего на свете должны быть свои составные части.

Комментарий: Не совсем. Вообще говоря, современная физика считает, что есть некий набор элементарных частиц, из которых строится абсолютно вся материя. Эти частицы в некотором смысле можно считать «неделимыми», хотя они могут превращаться друг в друга. Но пока не доказано, что мы сейчас знаем абсолютно все элементарные частицы.

#### 4. Вещество - результат соединения молекул (10 минут)

*Если молекулы – кирпичики вещества, то эти кирпичики надо еще как-то соединить вместе. Как это происходит?*

Примерные возможные версии и комментарии к ним (если ученики не выдвинут варианты 2 и 3, надо их подвести к этим вариантам):

Вариант 1. На поверхности молекул есть ворсинки, которыми они цепляются друг за друга, как застежка-«липучка».

Комментарий: нет, таким ворсинкам не из чего состоять. Да и понятие «поверхность» к молекуле можно применить очень условно.

Вариант 2. Соединение молекул между собой происходит точно так же, как соединение атомов при формировании молекулы.

Комментарий: Это уклончивый ответ, но иногда верный. Например, молекула поваренной соли образуется при связи атома натрия и атома хлора. А в кристалле соли (<https://agmt.it/m/snl8iywt> или <https://www.nisenet.org/catalog/scientific-image-salt-models>) атомы натрия и хлора чередуются и связаны одинаково со всеми ближайшими соседями, так что отделить там межатомные связи от межмолекулярных в принципе невозможно. Так бывает во многих кристаллах. Но далеко не во всех. Например, в кристалле льда (<https://image3.slideserve.com/6447214/slide28-l.jpg> или <https://www.chemtube3d.com/ss-ice/>) связи между молекулами воды совсем не те, которые формируют молекулу воды из атомов.

Вариант 3. Молекулы примагничиваются друг к другу.

Комментарий: да, это хоть не самое точное описание, но самая верная из известных вам аналогий. Силы притяжения между молекулами похожи на силы магнитного притяжения. В чем тут схожесть:

1. Притяжение появляется только при достаточном приближении.
2. Притяжение может появляться только при определенных положениях. Во многих магнитных конструкторах детали могут примагничиваться только ребрами ([https://gh toys.ru/userfls/shop/large/9/80990\\_magnitnyy-konstruktor-magforme.jpg](https://gh toys.ru/userfls/shop/large/9/80990_magnitnyy-konstruktor-magforme.jpg)). Некоторые виды связей между молекулами тоже «работают» только при определенном положении молекул – например, в воде или льде. А есть магнитные конструкторы только из шариков (<https://magnit-nebo.ru/image/cache/storage/firms/28/73/73585/a29ca7150a81dca-1200x800.jpg>), и похожие «неразборчивые» связи между молекулами тоже бывают. Вообще в физике различают несколько разных видов связей между молекулами, но мы в такие тонкости углубляться не будем.

Однако между силами межмолекулярного взаимодействия и магнитным притяжением есть и некоторая разница. Когда два магнитных шарика притягиваются друг к другу, они сближаются до тех пор, пока не стукнутся своими поверхностями друг об друга, и дальше сближение прекратится. А до какой степени сближаются притягивающиеся друг к другу молекулы? У них нет поверхностей, которыми они могли бы «стукнуться». Ясно, что они не будут «залезать» друг в друга, иначе внутренняя структура молекул нарушится и это будет уже другое вещество (такое бывает, но это предмет изучения не физики, а химии). Поэтому считают, что при некотором сближении молекулы начинают притягиваться, но когда они приблизятся друг к другу слишком сильно, вместо притяжения появляется отталкивание. Представьте себе шарики из мягкой магнитной резины, и вы примерно поймете, на что это похоже.

*Где очень хорошо виден результат взаимодействия множества молекул, составляющих вещество?*

Ответ: Прочность твердых тел.

Комментарий: конечно, именно межмолекулярные связи отвечают за прочность. Чем сильнее эти связи, тем прочнее материал.

*Как вы думаете, давление воздуха или сила потоков ветра – это результат взаимодействия молекул газов, входящих в состав воздуха?*

Комментарий: вообще говоря, нет, в газах обычно молекулы взаимодействуют очень слабо. А порывы ветра мы ощущаем благодаря взаимодействию молекул газов с нашей кожей.

*Как вы думаете, проявляются ли межмолекулярные силы в способности капель воды (и других жидкостей) прилипать к поверхностям даже «вниз головой»? И если проявляются, то как именно?*

Комментарий: да, это очень интересный пример межмолекулярного взаимодействия. Интересный тем, что позволяет сравнить силы взаимодействия молекул. Если капля жидкости охотно растекается по поверхности (говорят, что жидкость «смачивает»

поверхность), это значит, что сила притяжения молекул жидкости к молекулам поверхности больше, чем притяжение между самими молекулами жидкости. Если жидкость почти не растекается по горизонтальной поверхности, а при наклоне поверхности просто скатывается с нее – значит, притяжение молекул жидкости к молекулам поверхности очень слабое.

*Что важно для хорошего склеивания деталей?*

*Вариант 1. Хорошее смачивание поверхности клеем.*

Комментарий: это важно, но недостаточно. Вода хорошо смачивает многие предметы, но ей вы вряд ли чего-то склеите.

*Вариант 2. Прочность клея.*

Комментарий: это тоже важно, но недостаточно. Даже суперпрочный клей ничего не даст без правильной подготовки поверхности к склеиванию.

*Вариант 3. И прочность клея, и хорошее смачивание поверхности клеем.*

Комментарий: совершенно верно. В клеевом соединении участвуют как связи молекул клея с молекулами поверхности, так и связи между молекулами самого клея. И все эти связи должны быть прочными, иначе из-за одного «слабого звена» разрушится все соединение.

## 5. Разные молекулы – разная твердость (20 минут)

К эксперименту по сравнению твердости разных веществ – примерный список материалов и их твердости по Моосу (см. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Шкала Мооса](https://ru.wikipedia.org/wiki/Шкала_Мооса), [https://wiki.web.ru/wiki/Шкала Мооса](https://wiki.web.ru/wiki/Шкала_Мооса), [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список простых веществ по твёрдости](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_простых_веществ_по_твёрдости)):

графит, свинец – 1.5;

медь, алюминий – 3;

стекло – 5;

железо/сталь – от 4 (гвоздь) до 7 (инструментальная сталь);

алмаз (стеклорез) – 10.

Список материалов может корректироваться учителем, но **стеклорез должен быть обязательно.**

### Есть ли способ сделать из графита алмаз?

Можно сделать подсказку: вспомнить про плотность графита и алмаза. Возможно, с этой подсказкой ученики сами выйдут на мысль – очень сильно сжать графит так, чтобы его плотность повысилась до плотности алмаза, и тогда графит превратится в алмаз. Если такой идеи не возникнет, надо на неё вывести.

## 6. Как работают моющие средства (10 минут)

К эксперименту про моющие средства: в качестве пластикового блюдца можно взять крышку от пищевого контейнера.

После наливания вокруг капли масла «кольца» из моющего средства капля масла резко сжимается и отстает от поверхности блюдца, прилипая к ней только на маленьком участке. Если подвигать каплю, наклоняя блюдце в разные стороны, капля может вообще оторваться и отправиться в свободное плавание по лужице моющего средства. На металле и стекле это произойдет быстрее, на пластике далеко не сразу. Но если просто провести пальцем по неотлипшей части капли, даже на пластике капля сразу отлипнет и больше прилипнуть не будет.

Объяснить это можно следующим образом. Притяжение молекул масла к молекулам блюдца сильное (сильнее, чем притяжение молекул масла друг к другу), поэтому масло охотно растекается по блюдцу. Но притяжение молекул моющего средства к блюдцу еще сильнее, поэтому моющее средство и вытесняет масло с поверхности. На самом деле большую роль играет и слабое притяжение между молекулами самого моющего средства на его поверхности, но это будет изучаться по теме «Поверхностное натяжение».

Если развести моющее средство водой 1:1, то сжатие капли масла будет проходить заметно хуже. Но при механическом воздействии на масло оно все-таки отлипнет.

Если вместо моющего средства налить просто воду, то капля масла вообще не будет сжиматься. Но если подвигать по капле пальцем, то на стекле масло довольно быстро отлипнет и будет мелкими капельками плавать в воде, на металле это произойдет медленнее, а вот на пластике масло так и не удастся полностью отлепить от поверхности. Так можно воочию убедиться в том, что пластиковую посуду сложнее мыть.

Урок подготовлен по заказу Фонда инфраструктурных и образовательных программ (Группа РОСНАНО)

**Фонд инфраструктурных и образовательных программ** – один из крупнейших институтов развития инновационной инфраструктуры в России. Создан на основании закона «О реорганизации Российской корпорации нанотехнологий» в 2010 году. 22 октября 2020 года Фонду инфраструктурных и образовательных программ исполнилось 10 лет.

---

Цель деятельности Фонда – финансовое и нефинансовое развитие нанотехнологического и иных высокотехнологичных секторов экономики путём реализации национальных проектов, формирования и развития инновационной инфраструктуры, трансформации дополнительного образования через создание новых учебных программ и образовательных технологий, оказания институциональной и информационной поддержки, способствующей выведению на рынок технологических решений и готовых продуктов, в том числе в области сквозных цифровых технологий.

Председателем Правления Фонда, как коллегиального органа управления, является Председатель Правления ООО «УК «РОСНАНО» **Сергей Куликов**.

В настоящее время Правительство России проводит реконфигурацию системы институтов развития, предусматривающую интеграцию Фонда инфраструктурных и образовательных программ и Группы РОСНАНО в управленческий периметр ВЭБ.РФ. На базе ВЭБа создаётся централизованный инвестиционный блок для реализации проектов, способствующих достижению национальных целей развития.

Подробнее о Фонде – [fiop.site](http://fiop.site).

Подробнее о сделанном за 10 лет в проекте «Победа будет за нано!» - [fiop.site/10-let](http://fiop.site/10-let).