

Научно-практическая конференция

«Шаг в будущее»

Раздел 2 «Естественные науки»

Секция 4. Физика и познание мира

## **СВОЙСТВА НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ**

**Автор:**

Сенотрсова Светлана Владимировна

Россия, Забайкальский край, Дульдургинский район, с. Дульдурга

МБОУ «Дульдургинская СОШ», 6 «а» класс

**Научный руководитель:**

Баянова Мария Алексеевна

учитель физики МБОУ «Дульдургинская СОШ»

Я, Баянова Мария Алексеевна, подтверждаю, что данный проект содержит не более 15 страниц, из них текст статьи и список литературы – не более 12 страниц, приложения – не более 3 страниц.

\_\_\_\_\_ подпись

## Оглавление

Введение .....	3
1. Жидкость: ньютоновская и неньютоновская.....	5
1.1. Что такое неньютоновская жидкость? .....	5
1.2. Применение неньютоновской жидкости в жизни .....	5
2. Исследование неньютоновской жидкости.....	8
2.1. Приготовление неньютоновской жидкости. ....	8
2.2. Проведение опытов с неньютоновской жидкостью. ....	8
2.2.1. Опыт№1. Медленное воздействие на жидкость. ....	8
2.2.2. Опыт№2. Резкое воздействие на жидкость. ....	9
2.2.3. Опыт№3 Перемешивание субстанции с разными скоростями. ....	9
2.2.4. Опыт№4 Формирование шара из готовой жидкости. ....	9
2.2.5. Опыт№5. Определение температуры кипения жидкости. ....	10
2.2.6. Опыт№6. Определение плотности жидкости.....	10
Заключение.....	11
Список использованной литературы: .....	12
Приложения .....	13

## **Введение**

*...материал, который обладает удивительными свойствами: при малых нагрузках он мягкий и эластичный, а при больших – становится твердым и очень упругим.*

Ни один человек не может уйти от реального материального мира, окружающего его и в котором он сам живёт. Природа, быт, техника и всё то, что нас окружает и в нас самих происходит, подчинено единым законам происхождения и развития – законам ФИЗИКИ.

Природа – настоящая физическая лаборатория, в которой человек должен быть активным наблюдателем, творцом, но не рабом природы, неспособным хотя бы приближенно объяснить наблюдаемые им природные явления. С самого рождения каждый человек знакомится с веществами, окружающими его, подрастая, человек начинает отличать разного рода жидкости от газов или твёрдых тел, понимая, какие отличительные свойства присущи веществам. В малом возрасте ребёнок не сильно задумывается над этими интересными признаками, не понимает, почему вода – это жидкость, а снег – твёрдое тело... Чем старше становится человек, тем шире становится область его знаний, тем глубже он понимает суть вещей. Так, для каждого человека наступает момент, когда под понятием жидкость он будет понимать не просто молоко или же воду, он поймёт, что жидкость, как и любой другой род материи, имеет свою классификацию, основные свойства. Основным свойством жидкости, отличающим её от других агрегатных состояний, является способность неограниченно менять форму под действием касательных механических напряжений, даже сколь угодно малых, практически сохраняя при этом объём. Жидкое состояние обычно считают промежуточным между твёрдым телом и газом: газ не сохраняет ни объём, ни форму, а твёрдое тело сохраняет и то, и другое. Жидкости делят на идеальные и реальные. Идеальные – невязкие жидкости, обладающие абсолютной подвижностью, т.е. отсутствием сил трения и касательных напряжений и абсолютной неизменностью. Реальные – вязкие жидкости, обладающие сжимаемостью, сопротивлением, растягивающим и сдвигающим усилиям и достаточной подвижностью, т.е. наличием сил трения и касательных напряжений.

### **Актуальность исследования:**

Нас окружает огромное количество жидкостей. Жидкость окружает везде и всегда. Сами люди состоят из жидкости, вода дает нам жизнь, из воды мы вышли и к воде всегда возвращаемся. Мы все время сталкиваемся с использованием жидкостей. Основным

свойством жидкости является то, что она способна менять свою форму под действием механического воздействия.

Но оказалось, что не все жидкости ведут себя привычным образом. Это так называемые неньютоновские жидкости. Мы заинтересовались необычными свойствами таких жидкостей, и провели несколько опытов по исследованию свойств неньютоновской жидкости.

**Гипотеза:** неньютоновская жидкость может проявлять свойства твердого тела, в определенных условиях.

**Цели проекта:** выявить условия, при которых неньютоновская жидкость ведет себя как твердое тело.

**Задачи проекта:**

1. Собрать и проанализировать информацию о неньютоновской жидкости;
2. Сделать неньютоновскую жидкость своими руками;
3. Опытным путём изучить некоторые физические свойства неньютоновских жидкостей (плотность, температура кипения);
4. Выделить особенности неньютоновской жидкости;
5. Узнать область применения неньютоновских жидкостей.

## **1. Жидкость: ньютоновская и неньютоновская.**

### ***1.1. Что такое неньютоновская жидкость?***

Для начала стоит разобраться, что такое жидкость вообще. Жидкостью называется одно из агрегатных состояний вещества. Таких состояний известно три: газ, жидкость и твёрдое вещество. «Жидкостью называется то вещество, которое, сохраняя свой объём, может менять свою форму неограниченное количество раз (количество раз, которое будут на вещество воздействовать)»[1]

Жидкости делятся на ньютоновские и неньютоновские.

Разберемся, почему они имеют такие названия. (Исааком Ньютоном был создан закон вязкого трения жидкостей.[2] В конце XVII века Исаак Ньютон обратил внимание, что быстро грести вёслами гораздо тяжелее, нежели если делать это медленно. Он сформулировал закон, согласно которому вязкость жидкости увеличивается пропорционально силе воздействия на неё. Следовательно, ньютоновская жидкость это вязкая жидкость, подчиняющаяся в своём течении закону вязкого трения Ньютона. А неньютоновская жидкость та, при течении которой её вязкость зависит от градиента скорости. К ним можно отнести масляные краски, зубную пасту, и др.[3] Чем сильнее воздействовать на обычную жидкость, тем быстрее она станет менять свою форму.[7] Но вот если воздействовать на неньютоновскую жидкость механическими усилиями, то данная жидкость станет вести совсем иным образом, она станет проявлять свойства твёрдого вещества. «Связь между атомами и молекулами в данной жидкости будет укрепляться с увеличением силы воздействия на эту жидкость»[3]

Другими словами в ньютоновских растворах молекулы движутся согласно физическим законам Ньютона. Вода, спирт, бензин при воздействии извне текут, меняют форму. Их структура сохраняется. А неньютоновская субстанция может быть вязкой, текучей или твёрдой, в зависимости от характера внешней воздействующей силы. Законы Ньютона здесь не работают.

### ***1.2. Применение неньютоновской жидкости в жизни***

Используя информацию из интернета, нам удалось узнать, где применяется неньютоновская жидкость?

Неньютоновские жидкости с каждым годом все больше завоевывают наш мир. Так ученые на основе такой жидкости изобрели «жидкую сумку» (Приложение 8), которая способна подавить взрыв в багажном отсеке самолета.[3]

Также в жизни примерами неньютоновской жидкости являются растворы полимеров и большинство очень вязких жидкостей. Эти жидкости весьма неоднородны и состоят зачастую из крупных молекул, которые образуют сложные пространственные структуры. Чем быстрее будет происходить внешнее воздействие на такое вещество, тем более вязким оно будет становиться.

Неньютоновскую жидкость можно встретить и в природе, например, это зыбучие пески. Раньше очень популярной была и игрушка «лизун», которому можно придать любую форму, но который при длительном состоянии покоя растекается.

Польские ученые использовали неньютоновскую жидкость, чтобы создать самый прочный бронежилет. (Приложение 8). Современные бронежилеты останавливают пули, но при этом прогибаются иногда до 4 см в глубину, а это приводит и к переломам. Польские же ученые сделали бронежилет с использованием неньютоновской жидкости, который останавливает пулю, летящую со скоростью до 450 м/с, но при этом прогибается до безопасного 1 см в глубину.

Ученые пока не раскрывают точный состав жидкости, но уверяют, что в таком бронежилете еще и исключается вероятность рикошета пули, так как энергия удара более эффективно рассеивается, а человек из-за этого чувствует меньшее воздействие. Такое изобретение находится еще на стадии доработки, но неньютоновская броня обещает быть относительно легкой и удобной, что еще больше улучшит защиту носящего ее человека.

Также неньютоновские жидкости используются в автопроме, «моторные масла синтетического производства на основе неньютоновских жидкостей уменьшают свою вязкость в несколько десятков раз, при повышении оборотов двигателя, позволяя при этом уменьшить трение в двигателе» [1]

В итоге мы выделили несколько отраслей в которых используется **аномальные субстанции**:

1. В военном деле — производство бронежилетов с технологией «жидкой брони».

В месте удара наполнитель мгновенно затвердевает. В обычном состоянии жилет мягкий и эластичный.

2. В производстве автомобилей. Специальные суспензии добавляют в масла для снижения трения при высоких оборотах мотора.
3. В нефтяной промышленности. Полимерные добавки применяют для уменьшения коэффициента сопротивления в трубопроводах.
4. В тушении пожаров. Чтобы увеличить длину струи из брандспойта, в раствор для тушения огня примешивают полимеры.
5. В косметической промышленности. Синтетические ингредиенты, масла, воски добавляют в состав косметики, чтобы придать вязкость.

## **2. Исследование неньютоновской жидкости.**

### **2.1. Приготовление неньютоновской жидкости.**

Так как занимательные исследования дома облегчают изучение физики, химии в школе. Неньютоновская жидкость своими руками — интересный и веселый эксперимент.

Все знают, как приготовить кисель — примерно так же делается и *неньютоновская жидкость*:

1. Возьмите кукурузный или картофельный крахмал и воду в равных пропорциях (1:1).
2. В объемную емкость с теплой водой понемногу засыпайте крахмал, размешивая раствор.
3. Доведите раствор до консистенции, когда перемешивание затруднится.
4. Объект для изучения готов.

### **2.2. Проведение опытов с неньютоновской жидкостью.**

Из различных источников информации мы выяснили, какие игры и опыты с неньютоновской жидкостью можно провести.

- 1) Медленное воздействие на жидкость (медленно опустить руку в неньютоновскую жидкость);
- 2) Резкое воздействие на жидкость (ударить по жидкости кулаком);
- 3) Перемешивание субстанции с разными скоростями;
- 4) Формирование шара из готовой жидкости;
- 5) Определение температуры кипения жидкости;
- 6) Определение плотности жидкости.

#### **2.2.1. Опыт №1. Медленное воздействие на жидкость.**

Чтобы провести данный опыт и лучше понять свойства данной жидкости, нужно медленно опустить руку в жидкую массу и медленно сжать пальцы внутри нее. Также можно медленно вытащить руку из жидкости.



В ходе проведения опыта можно заметить, что при медленном воздействии на неньютоновскую жидкость отличительных черт не обнаруживается. Так как в неньютоновской жидкости можно медленно сжать пальцы, и вынуть руку. Отличий от ньютоновской жидкости в данном опыте не обнаружено. (Приложение 1)

#### **2.2.2. Опыт №2. Резкое воздействие на жидкость.**

Итак, при медленном погружении сжатого кулака в неньютоновскую жидкость, она проявляет свойства обычной жидкости, и не оказывает сопротивления. Но если по ней резко ударить, то она мгновенно превратится в более плотное вещество, и, пробить ее не получится. Так же при резком сжатии пальцев внутри жидкости возникают трудности. В данном опыте неньютоновская жидкость проявила свойства твердого тела. Что подтвердило поставленную нами гипотезу (Приложение 2).

#### **2.2.3. Опыт №3 Перемешивание субстанции с разными скоростями.**

При перемешивании жидкости с разными скоростями заметны особенности неньютоновской жидкости. Так при быстром перемешивании, чувствуется сопротивление жидкости, в то время как при медленном перемешивании неньютоновская жидкость не отличается от ньютоновской (вода).

При переливании неньютоновской жидкости из одного сосуда в другой она вновь проявляет как свойства твердого вещества, так и жидкого. При вытекании жидкости из одного сосуда, как и в момент своего падения, она остается жидкой, но при взаимодействии с поверхностью другого сосуда, или любой другой твердой поверхностью она на секунды столкновения становится твердой, и вновь растекается. (Приложение 3)

#### **2.2.4. Опыт №4 Формирование шара из готовой жидкости.**

Получившуюся жидкость можно налить в руку и попробовать скатать шарик. При воздействии на жидкость, пока мы будем катать шарик, в руках будет твердый шар из жидкости, причем, чем быстрее и сильнее мы будем на него воздействовать, тем плотнее и тверже будет наш шарик. Как только мы разожмем руки, твердый до этого времени шар тут же растечется по руке. (Приложение 2)

Так же и при броске шарика в неньютоновскую жидкость вещество становится твердым, и шарик ударяется о его поверхность, но потом вещество вновь становится жидким, и шарики вновь проявляют свойства жидкости. (Приложение 4)

Исходя из данных опытов, можно сделать вывод, что при быстром воздействии на неньютоновскую жидкость, данное вещество проявляет свойства твердого тела. А при отсутствии воздействия данного рода, вышеуказанное вещество проявляет свойства жидкости. Что полностью подтвердило нашу гипотезу.

#### 2.2.5. Опыт №5. Определение температуры кипения жидкости.

Для проведения данного эксперимента нам понадобилась пробирка, термометр и горелка. Заполнив на  $\frac{1}{4}$  пробирку неньютоновской жидкостью, мы начали ее нагревать. Как только нами было замечено, что жидкость закипает, мы измерили температуру кипения. В результате мы получили температуру кипения 61 градус Цельсия (Приложение 5).

#### 2.2.6. Опыт №6. Определение плотности жидкости.

Для определения плотности неньютоновской жидкости нам понадобились весы и измерительный цилиндр. Набрав в измерительный цилиндр 50 мл. неньютоновской жидкости мы определили ее массу (за вычетом массы емкости), что составило 67,7 гр. Исходя из чего по формуле плотности  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{67.7}{50} = 1.35 \text{ г/см}^3$  (Приложение 6).

Проведем сравнение неньютоновской жидкости с водой (проведены исследования воды), результаты сравнения представлены в таб. 1.

Таблица 1. Сравнение неньютоновской жидкости с водой.

	Неньютоновская жидкость	Вода
Плотность	1.35 г/см <sup>3</sup>	0.98 г/см <sup>3</sup>
Температура кипения	63, но вода испарилась, и остался только твердый крахмал	99
Реакция на быстрое воздействие	Проявляет свойства твердого тела	Проявляет свойства жидкости
Реакция на медленное воздействие	Проявляет свойства жидкости	Проявляет свойства жидкости

Исходя из данной таблицы, можно сделать вывод: что неньютоновская жидкость плотнее воды, но температура кипения у воды выше. При этом неньютоновская жидкость проявляет как свойства твердого тела, так и свойства жидкости.

## **Заключение**

Неньютоновская жидкость – удивительнейшее вещество, и проведенные нами опыты доказывают это.

Все проведенные опыты демонстрируют главное свойство неньютоновской жидкости – способность становиться более вязкой и твердой при резком взаимодействии с ней.

Наверное, благодаря этому свойству неньютоновская жидкость получает широкое распространение.

Выдвинутая в начале работы гипотеза о свойствах неньютоновской жидкости доказана с помощью проведенных нами опытов.

Данная работа по изучению неньютоновской жидкости помогла мне удостовериться в том, что не все вещества, находящиеся в одном агрегатном состоянии, проявляют одни и те же свойства. И что даже самое необычное вещество сможет найти себе применение в человеческой повседневности.

### **Список использованной литературы:**

- 1) Занимательная химия / [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.alto-lab.ru/himicheskie-opyty/nyutonovskaya-zhidkost-svoimi-rukami/>
- 2) Перышкин А.В. Физика 7 класс/ А.В. Перышкин: учебник. – М. : Экзамен, 2021. – 240 с.
- 3) Уилкинсон У.Л. Неньютоновские жидкости [Текст] Гидромеханика, перемешивание и теплообмен / Пер. с англ. канд. техн. наук З. П. Шульмана ; Под ред. акад. проф. А. В. Лыкова. – М.: Мир, 1964. - 216 с.

Приложение 1



Приложение 2



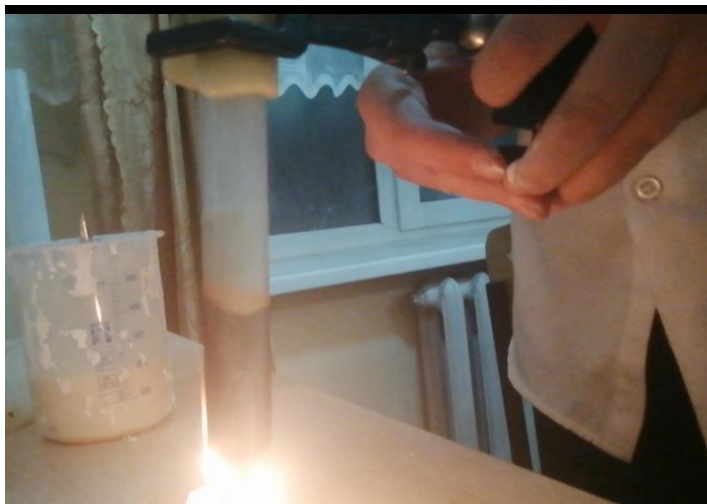
Приложение 3



Приложение 4



## Приложение 5



## Приложение 6



## **Аннотация**

Данная работа посвящена изучению неньютоновской жидкости. В работе рассматриваются свойства неньютоновской жидкости при разных видах воздействия: резкое и медленное воздействие. Кроме этого в ходе данной работы определяется плотность

**Гипотеза:** неньютоновская жидкость может проявлять свойства твердого тела, в определенных условиях.

**Цели проекта:** выявить условия, при которых неньютоновская жидкость ведет себя как твердое тело.

### **Задачи проекта:**

1. Собрать и проанализировать информацию о неньютоновской жидкости;
2. Сделать неньютоновскую жидкость своими руками;
3. Опытным путём изучить некоторые физические свойства неньютоновских жидкостей (плотность, температура кипения);
4. Выделить особенности неньютоновской жидкости;
5. Узнать область применения неньютоновских жидкостей.

### **Методы и приемы, которые использовались в работе:**

1. изучение литературы по теме проекта;
2. обобщение изученной информации;
3. проведение наблюдения и эксперимента;
4. фиксация результатов наблюдения и эксперимента.

В ходе данной работы учащийся получил следующие результаты: приготовлена неньютоновская жидкость, изучены ее свойства, и физические параметры (плотность, температура кипения), результаты эксперимента (замеры температуры и расчет плотности даны в таблице). Так же учащихся пришел к выводу: опыты демонстрируют главное свойство неньютоновской жидкости – способность становиться более вязкой и твердой при резком взаимодействии с ней. Наверное, благодаря этому свойству неньютоновская жидкость получает широкое распространение.