

НАУЧНО – ТВОРЧЕСКИЙ ФОРУМ 2024

Физика

## **НЕНЬЮТОНОВСКАЯ ЖИДКОСТЬ**

***Шалаев Семен Игоревич***

*МБОУ «Есаульская СОШ», Красноярский*

*край,*

*5 класс*

***Шалаева Елена Владимировна***

*учитель физики*

***Елизарова Марина Владимировна***

*педагог дополнительного образования отдела*

*учебно-исследовательских практик ККДП*

Красноярский край, с Есаулово, 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Глава I. Основная часть .....	4
1.1. Виды жидкостей.....	4
1.2. Неньютоновская жидкость.....	4
1.3. Применение неньютоновской жидкости.....	5
Глава II. Практическая часть.....	6
Заключение .....	10
Список использованной литературы.....	10
Приложения.....	11

## ВВЕДЕНИЕ

С рождения каждый человек знакомится с веществами, окружающими его, подрастая, начинает отличать разного рода жидкости от газов или твёрдых тел, понимая, какие отличительные свойства присущи веществам.

Нас окружает огромное количество жидкостей. Жидкость окружает везде и всегда. Мы все время сталкиваемся с использованием жидкостей, пьем чай, моем руки, заливаем бензин в автомобиль, наливаем масло на сковороду. 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.

Я заинтересовался необычными свойствами таких жидкостей и решил провести исследование, узнать какие свойства и особенности имеет неньютоновская жидкость, где встречается и как применяется.

**Цель:** изготовить и исследовать свойства неньютоновской жидкости.

**Объект исследования:** неньютоновская жидкость.

**Предмет исследования:** свойства неньютоновской жидкости.

**Задачи:**

1. Узнать, что такое неньютоновская жидкость.
2. Выяснить область применения неньютоновской жидкости.
3. Определить концентрацию компонентов для наблюдения свойств неньютоновской жидкости.
4. Изготовить и исследовать свойства неньютоновской жидкости.

**Гипотеза:** предположим, что неньютоновская жидкость при определенных условиях может обладать свойствами пластичного или твердого тела.

**Методы исследования:** теоретический анализ и обобщение научной литературы, описательный, лабораторный опыт, эксперимент, сравнение.

**Практическая значимость исследования:** самостоятельно создать неньютоновскую жидкость, изучить ее свойства и определить оптимальную концентрацию смеси.

## Глава I. Основная часть

### 1.1. Виды жидкостей

Жидкость - это одно из состояний вещества. Таких состояний три, их еще называют агрегатными, это газ, жидкость и твердое вещество. Жидким вещество называют, если оно обладает свойством неограниченно менять форму под внешним воздействием, 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 [1].

Жидкости бывают идеальные и реальные. Идеальные - невязкие жидкости, обладающие абсолютной подвижностью, т.е. отсутствием сил трения и касательных напряжений и абсолютной неизменностью объёма под воздействием внешних сил. Реальные - вязкие жидкости, обладающие сжимаемостью, сопротивлением, растягивающим и сдвигающим усилиям и достаточной подвижностью, т.е. наличием сил трения и касательных напряжений [2].

Реальные жидкости могут быть ньютоновскими и неньютоновскими.

К ньютоновским относятся однородные жидкости. Ньютоновская жидкость - это вода, масло и большая часть привычных нам в ежедневном использовании текучих веществ, то есть таких, которые сохраняют свое агрегатное состояние (жидкое), что бы вы с ними не делали.

Другое дело - это неньютоновские жидкости. Их особенность заключена в том, что их текучие свойства колеблются в зависимости от скорости ее тока.

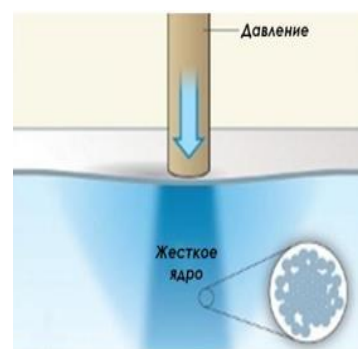
Еще в конце XVII века великий физик Ньютон обратил внимание, что грести веслами быстро гораздо тяжелее, нежели если делать это медленно. И тогда он сформулировал закон, согласно которому вязкость жидкости увеличивается пропорционально силе воздействия на нее. Ньютон пришел к изучению течения жидкостей, когда пытался моделировать движение планет Солнечной системы посредством вращения цилиндра, изображавшего Солнце, в воде. В своих наблюдениях он установил, что если поддерживать вращение

цилиндра, то оно постепенно передаётся всей массе жидкости. Впоследствии для описания подобных свойств жидкостей стали использовать термины «внутреннее трение» и «вязкость», получившие одинаковое распространение. Исторически, эти работы Ньютона положили начало изучению вязкости и реологии [2].

## 1.2. Неньютоновские жидкости

Когда жидкость неоднородна, например, состоит из крупных молекул, образующих сложные пространственные структуры, то при её течении вязкость зависит от скорости. Такие жидкости называют неньютоновскими [3].

Неньютоновские жидкости не поддаются законам обычных жидкостей, меняют свою плотность и вязкость при воздействии на них физической силой, причем не только механическим воздействием, но даже звуковыми волнами.



Если воздействовать механически на обычную жидкость

Рис. 1. Механическое воздействие на жидкость

то, чем сильнее воздействовать на жидкость, тем быстрее она будет течь и менять свою форму (рисунок 1).

Если воздействовать на неньютоновскую жидкость механическими усилиями, то будет совершенно другой эффект: жидкость начнет принимать свойства твердых тел и вести себя как твердое тело.

Связь между молекулами жидкости усиливается с увеличением силы воздействия на нее и сдвинуть слои таких жидкостей сложно (рисунок 2). Вязкость неньютоновских жидкостей возрастает при уменьшении воздействия на нее [4].

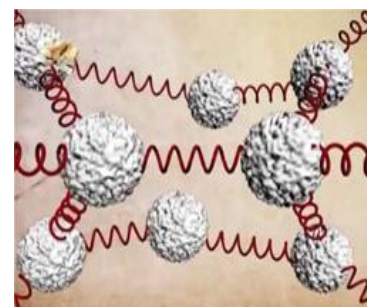


Рис. 1. Связь между молекулами

### 1.3. Применение неньютоновской жидкости

Неньютоновские жидкости широко применяются в косметологии, кулинарии, технике, медицине, изготавливают контейнеры для транспортировки и хранения стеклянных изделий, защитных средств для спортсменов [6].

#### *Применение в косметологии*

Косметику делают вязкой, чтобы она держалась на коже, и её было удобнее наносить: тональный крем, блеск для губ, лак для ногтей, различные лосьоны и масла. Наибольшей вязкостью обладают мази. Неньютоновской жидкостью являются жидкое мыло, шампуни и гели для душа (рисунок 3).



Рис. 2. Применение в косметологии

Один и тот же производитель часто выпускает продукт для одних и тех же целей, например, гель для душа, в разных вариантах и с разной вязкостью, чтобы у покупателей был выбор. Во время производства строго следуют рецепту, чтобы вязкость соответствовала стандартам.

#### *Применение в кулинарии*

Чтобы улучшить оформление блюд, сделать еду более аппетитной и, чтобы ее легче есть, в кулинарии используют вязкие продукты питания [6].

Продукты с большой вязкостью, например, соусы, очень удобно использовать, чтобы намазывать на другие продукты, как хлеб. Их также используют для того, чтобы удерживать слои продуктов на месте. В бутерброде для этих целей используют масло, маргарин, или майонез — тогда сыр, мясо, рыба или овощи не соскальзывают с хлеба. В салатах, особенно многослойных, также часто используют майонез и другие вязкие соусы, чтобы эти салаты держали форму. Вязкие продукты с их способностью удерживать форму используют также для украшения блюд (рисунок 4).



Рис. 4. Применение в кулинарии

#### *Применение в медицине*

В медицине необходимо уметь определять и контролировать вязкость

крови, так как высокая вязкость способствует ряду проблем со здоровьем. По сравнению с кровью нормальной вязкости, густая и вязкая кровь плохо движется по кровеносным сосудам, что ограничивает поступление питательных веществ и кислорода в органы и ткани, и даже в мозг [6].

### **Применение в технике**

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.

Для снаряжения горнолыжников (наколенники, налокотники) стали производить материал d3o (ди-три-о) – мягкий и эластичный он будет пока на него не будет сильного резкого воздействия (рисунок 5) [6].

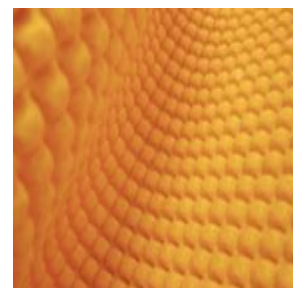


Рис. 5. Материал d3o

## **Глава II. Практическая часть**

### **Исследование № 1 «Получение неньютоновской жидкости»**

**Цель:** получить неньютоновскую жидкость из набора для проведения опытов «Неньютоновская жидкость» (рисунок 6).

**Оборудование:** готовая смесь для приготовления неньютоновской жидкости, шпатель, краситель, пластиковый контейнер, вода (рисунок 7).

#### **Ход работы:**

1. Высыпал в пластиковый контейнер смесь для приготовления неньютоновской жидкости
2. Добавил краситель, перемешал шпателем для получения однородной окраски.
3. Налил 30 мл воды и опять хорошо перемешал.

**Вывод:** я получил неньютоновскую жидкость! Убедился, что чем быстрее скатывал шарик, тем тверже он был. Прекращал скатывать шарик, и он



Рис. 6. Набор "Неньютоновская жидкость"



Рис. 7. Состав набора "Неньютоновская жидкость"

расплывался по руке (рисунки 8, 9).



Рис. 8. Твердый шарик



Рис.9. Расплывшийся шарик

## Исследование № 2 «Определение оптимальной концентра концентрации»

**Цель:** определить оптимальную концентрацию для создания неньютоновской жидкости.

**Оборудование:** вода, крахмал, пластиковые контейнеры.

**Ход работы:**

1. В отдельных контейнерах смешал воду и крахмал в долях вещества: 2:1, 2:2, 2:3 в пользу крахмала (рисунок 10).
2. Получил смеси белой жидкости.
3. Сравнил все образцы мешая смеси быстро и медленно. Если мешать быстро, чувствуется сопротивление, а если медленнее, то нет [5].



Рис. 10. Исследование оптимальной концентрации

Результаты исследования представлены в таблице (приложение 1).

**Вывод:** оптимальная концентрация смеси для проявления свойств неньютоновской жидкости оказалась смесь 2:3.

## Исследование № 3 «Свойства неньютоновской жидкости»

**Цель:** исследовать свойства изготовленной неньютоновской жидкости.

**Оборудование:** емкости с неньютоновской жидкостью.

**Ход работы:**

1. Получившуюся жидкость налил в руку и попробовал скатать шарик. При воздействии на жидкость, пока я скатывал шарик, в руках получался твердый шар из жидкости, причем, чем быстрее и сильнее я на него воздействовал, тем плотнее и тверже был шарик.
2. В емкость со смесью медленно ввел руку, ощущения были такие же, как если бы опустил руку в воду. Но если резко опускать руку, как будто ударить



по этой смеси, то рука отскочит, как от твёрдого вещества.

3. Если лить такую смесь с достаточной высоты, то в верхней части струи она будет течь, как жидкость. А в нижней части - скапливаться комками, как твёрдое вещество.

4. Опустил руку в жидкость и резко сжал пальцы. Почувствовал, как между пальцами образовалась твёрдая прослойка.

5. Опустил руку в неньютоновскую жидкость и резко попытался её вытянуть. Емкость с жидкостью поднимется вслед за рукой.

**Вывод:** если на неньютоновскую жидкость с силой воздействовать, то она приобретает свойства твердого вещества. Частицы крахмала набухают в воде и формируются контакты в виде хаотически сплетенных молекул.

Эти прочные связи называются зацеплениями. При резком воздействии прочные связи не дают молекулам сдвинуться с места, и система реагирует на внешнее воздействие, как упругая пружина. При медленном воздействии зацепления успевают растянуться и распутаться. Сетка рвется и молекулы расходятся [5].

#### **Исследование № 4 «Течение вязкой жидкости»**

**Цель:** пронаблюдать за течением неньютоновской жидкости.

**Оборудование:** мед, емкость.

**Ход работы:**

1. Вылил мед из банки в тарелку с высоты от 5 до 20 см.
2. На расстоянии 12 см. от тарелки струйка жидкости начинает накручиваться колечками или складываться складками, образуя «жидкий канат» (рисунок 11). Почему возникают такие колечки?

**Вывод:** падая и ударяясь о поверхность такой же жидкости в тарелке, струйка сжимается, что заставляет ее выгибаться вбок. При этом струйка не может разорваться и если количество падающей жидкости больше, чем может сразу поглотить жидкость, находящаяся внизу, то струйка начинает завиваться. Диаметр и скорость образования «намотки» определяются



Рис. 11. Течение меда



Рис.12. Яйцо в пакете с водой

толщиной струйки: чем толще струйка, тем крупнее кольца или складки, тем медленнее происходит «намотка» [3].

### Исследование № 5 «Пакет с яйцом»

**Цель:** пронаблюдать за течением неньютоновской жидкости.

**Оборудование:** прочные пластиковые пакеты, вода, яйцо, неньютоновская жидкость.

**Ход работы:**

1. Наполнил пакет водой, опустил в него яйцо и крепко завязал. После этого бросил его с высоты около метра (рисунок 12). Яйцо разбилось.



2. Наполнил пакет неньютоновской жидкостью, опустил в него яйцо и крепко завязал (рисунок 13). Бросил его с высоты. При падении с высоты 1 метр яйцо не разбилось, при падении с высоты 2 метра - не разбилось!

Рис. 13. Яйцо в пакете с неньютоновской жидкостью

**Вывод:** при ударе неньютоновской жидкости о пол самый нижний ее слой становится твердым, следующий слой становится менее плотный и чем дальше слой от пола, тем более жидкий. Яйцо, благодаря распределению плотности, уменьшает скорость падения и не разбивается [3].

### Исследование № 6 «Бутерброд»

**Цель:** пронаблюдать, как будет вести себя масло при намазывании его слоями.

**Оборудование:** хлеб, масло, нож.

**Ход работы:**

1. Намазал масло на хлеб.  
2. Масло под действием ножа размазывается, его вязкость уменьшается при увеличении нагрузки (рисунок 14). Масло - пример неньютоновской жидкости.



Рис. 13. Бутерброд с маслом

**Вывод:** вязкость жидкости уменьшается при деформации сдвига. Причиной служит изменение молекулярной конфигурации жидкости под действием сдвига. Длинные молекулы ориентируются вдоль линий потока, создаваемого при сдвиге. В результате вязкость масла уменьшается. Когда

сдвигающее усилие снимается, молекулы восстанавливают свою прежнюю ориентацию, и вязкость увеличивается [3].

### **Исследование № 7 «Изготовление игрушки - лизуна»**

**Цель:** изготовить в домашних условиях игрушку - лизун из неньютоновской жидкости.



Рис. 15. Изготовление «игрушки – лизуна»

**Оборудование:** чаша, вода, клей ПВА, тетраборат натрия, краситель, палочка для смешивания.

#### **Ход работы:**

1. Налил в чашу клей ПВА, добавил 0,5 стакана обычной воды комнатной температуры. Клея для игрушки понадобилось примерно около 100 г.



Рис. 16. «Лизун»

2. Добавил краситель. В качестве красителя использовал несколько капель зеленки (рисунок 15). Можно использовать пищевой краситель.

3. Растворил столовую ложку тетрабората натрия (приобрел в аптеке) в стакане воды.

4. Тщательно перемешал все ингредиенты до получения желеобразной однородной массы (рисунок 16).

**Вывод:** загустевшая субстанция и есть игрушка - лизун. Ее можно выложить на стол, помять и проверить все ее оригинальные свойства [5].

### **Заключение**

Что такое неньютоновская жидкость, какие виды и формы она имеет, какими обладает свойствами и как они проявляются, где применяется в повседневной жизни? На эти и другие вопросы я нашел ответы, выполняя данную работу. Научился изготавливать в домашних условиях неньютоновскую жидкость. Убедился, в том, что использование неньютоновской жидкости играет важную роль в нашей жизни: науке, промышленности, кулинарии и во многих других областях.

Моя гипотеза подтвердилась. Жидкость действительно может изменять свои свойства, обладает свойствами пластичного или твердого тела.

Думаю, что моя работа будет интересна моим одноклассникам при изучении жидкостей на уроках физики и смогут самостоятельно изготовить неньютоновскую жидкость, исследовать ее необычные свойства.

Ценность моей работы заключается в самостоятельном создании неньютоновской жидкости, изучении её свойств, определении оптимальной концентрации смеси.

### Список использованной литературы

1. Физика. А.В.Перышкин 7 класс, Дрофа, Москва 2016г.
2. Детская энциклопедия для среднего и старшего возраста, т.3 Вещество и энергия, - 3-е изд., М.: Педагогика, 2010г.
3. Физический фейерверк Уокер Дж.: - 2-е изд. Пер.с англ./ Под ред. И.Ш. Слободецкого. - М.: Мир, 1998.
4. Неньютоновские жидкости Уилкинсон У. Л., , пер. с англ., М. Мир , 1964.
5. Неньютоновская жидкость - опыты в домашних условиях.  
[Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://create-play.blogspot.ru/2013/01/NonNewtonianfluidexperiments.html> , свободный.  
(Дата обращения: 14.10.2022).
6. Применение неньютоновских жидкостей. [Электронный ресурс] –  
Режим доступа:  
<https://sites.google.com/site/neniutonovskiezhidkosi/home/primenenie-nenutonovskihzidkoste>  
свободный. (Дата обращения: 11.11.2022).

## Приложение

1. Результаты исследования на определение оптимальной концентрации неньютоновской жидкости:

Вода	Крахмал	Состояние жидкости
2	1	Слишком жидкая, еще не проявляет свойств неньютоновской жидкости.
2	2	Жидкая, но уже проявляет свойства неньютоновской жидкости.
2	3	Идеальное состояние смеси, в котором жидкость проявляет свойства неньютоновской жидкости.