

# Исследовательский проект по физике

## Сила трения

Автор: Скуридина Юлия Сергеевна

ученица 8А класса

МБОУСОШ №1 с.Измалково

Научный руководитель: Алёхина С.В.

учитель математики

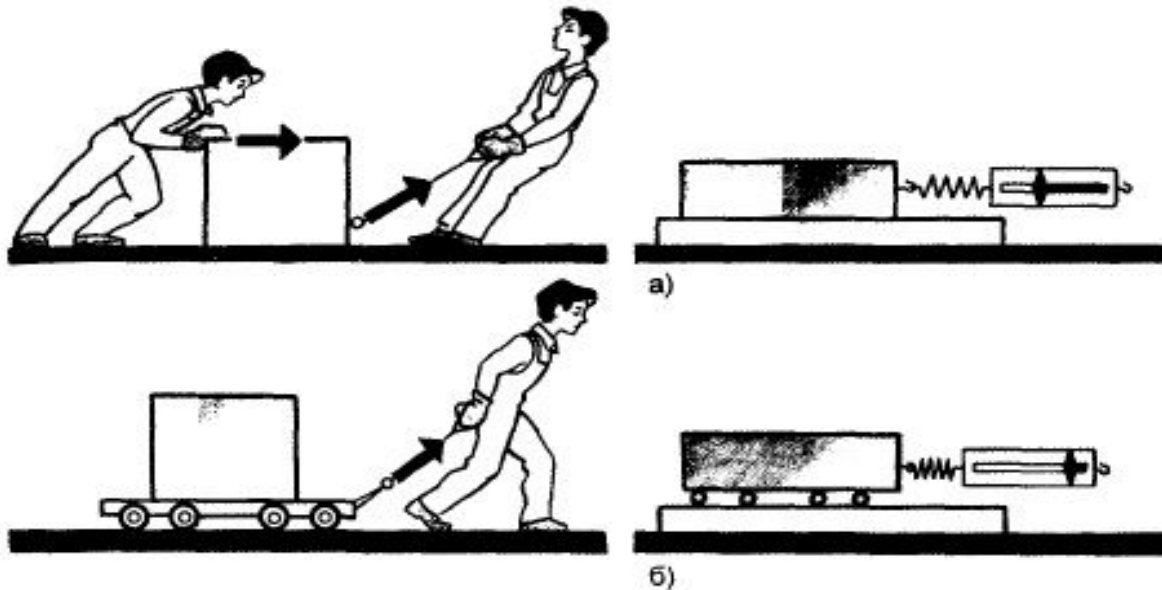
МБОУ СОШ №1 с.Измалково

**Цель:** выяснить, какую роль играет сила трения в нашей жизни, как человек получил знания об этом явлении, какова её природа.

**Задачи:** проследить исторический опыт человека по использованию и применению этого явления: выяснить природу явления трения, закономерности трения; провести эксперименты, подтверждающие закономерности и зависимости силы трения; подумать и создать демонстрационные эксперименты, доказывающие зависимость силы трения от силы нормального давления, от свойств соприкасающихся поверхностей, от скорости относительного движения тел.

# Отчет группы теоретиков

**Цель:** показать, какую роль играет явление трения или его отсутствие в нашей жизни; ответить на вопрос: «Что мы (обыватели) знаем об этом явлении?»



Группа изучила пословицы, поговорки, сказки, в которых проявляется сила трения, покоя, качения, скольжения, изучила человеческий опыт в применении трения, способов борьбы с трением.

### **Пословицы и поговорки:**

- Тише едешь, дальше будешь.
- Любишь кататься, люби и саночки возить.
  - Врёт, что шёлком шьёт.

### **Сказки:**

- «Репка» - трение покоя.
- «Курочка ряба» - трение покоя
- «Медвежья горка» - трение скольжения.

Трение – явление,  
сопровождающее  
нас с детства,  
буквально на  
каждом шагу, а  
потому ставшее  
таким привычным  
и незаметным.



Тренинг даёт нам возможность ходить, сидеть, работать без опасения, что книги и тетради упадут со стола, что стол будет скользить, пока не упрётся в угол, а ручка выскользнет из пальцев.



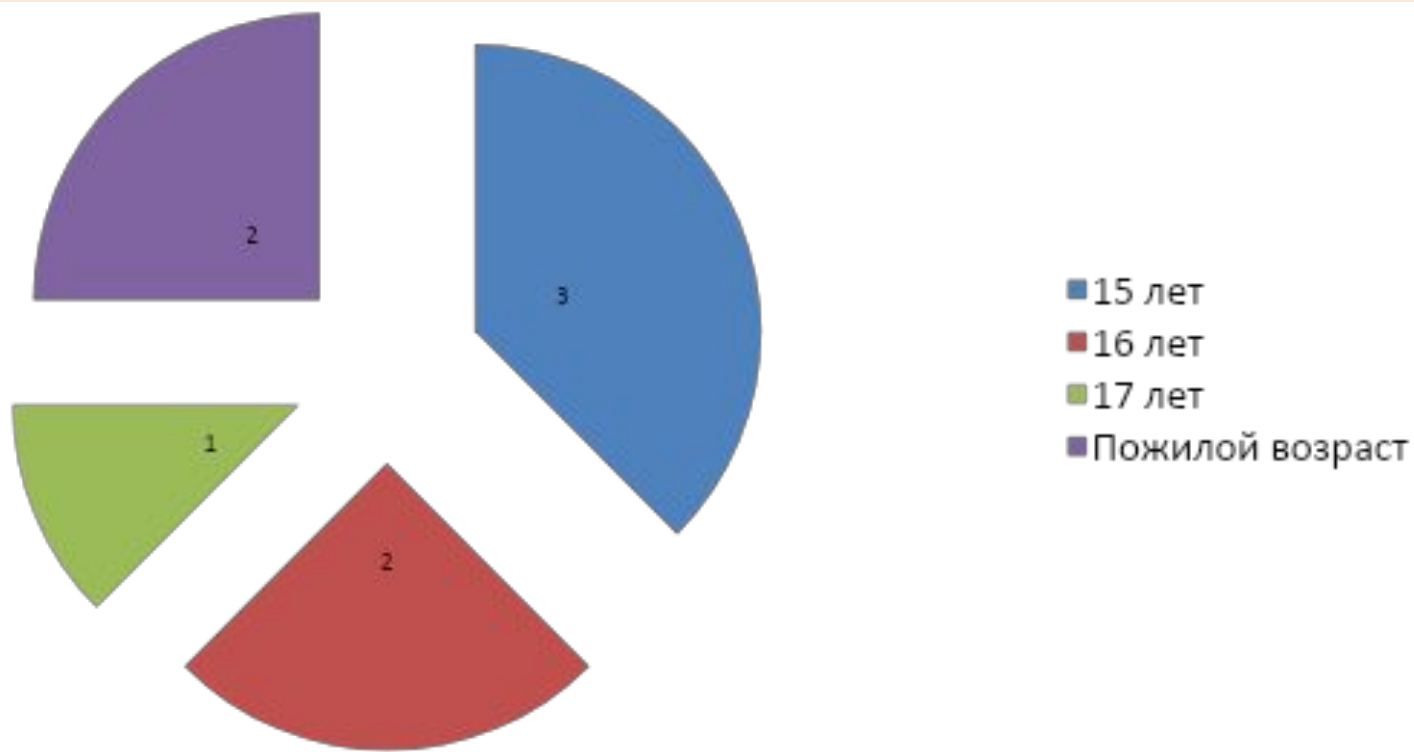


трение на льду может  
быть успешно  
использовано  
технически.

Свидетельство этому  
так называемые  
ледяные дороги,  
которые устраивали для  
вывозки леса с места  
рубки к железной дороге  
или к пунктам сплава.

На такой дороге,  
имеющий гладкие  
ледяные рельсы, две  
лошади тащат сани,  
нагруженные 70

Вот данные, которые нам сообщили в больнице; число обратившихся за медицинской помощью в декабре – январе, только школьников, в возрасте 15-17 лет – 6 человек. В основном диагнозы: переломы, вывихи, ушибы. Есть среди обратившихся за помощью и люди пожилого возраста.





# Данные из ГИБДД о дорожно-транспортных происшествиях за зимний период: число ДТП, в том числе по причине скользких дорог - 7



Группа провела и небольшой социологический опрос группы жителей, которым задавались следующие вопросы:

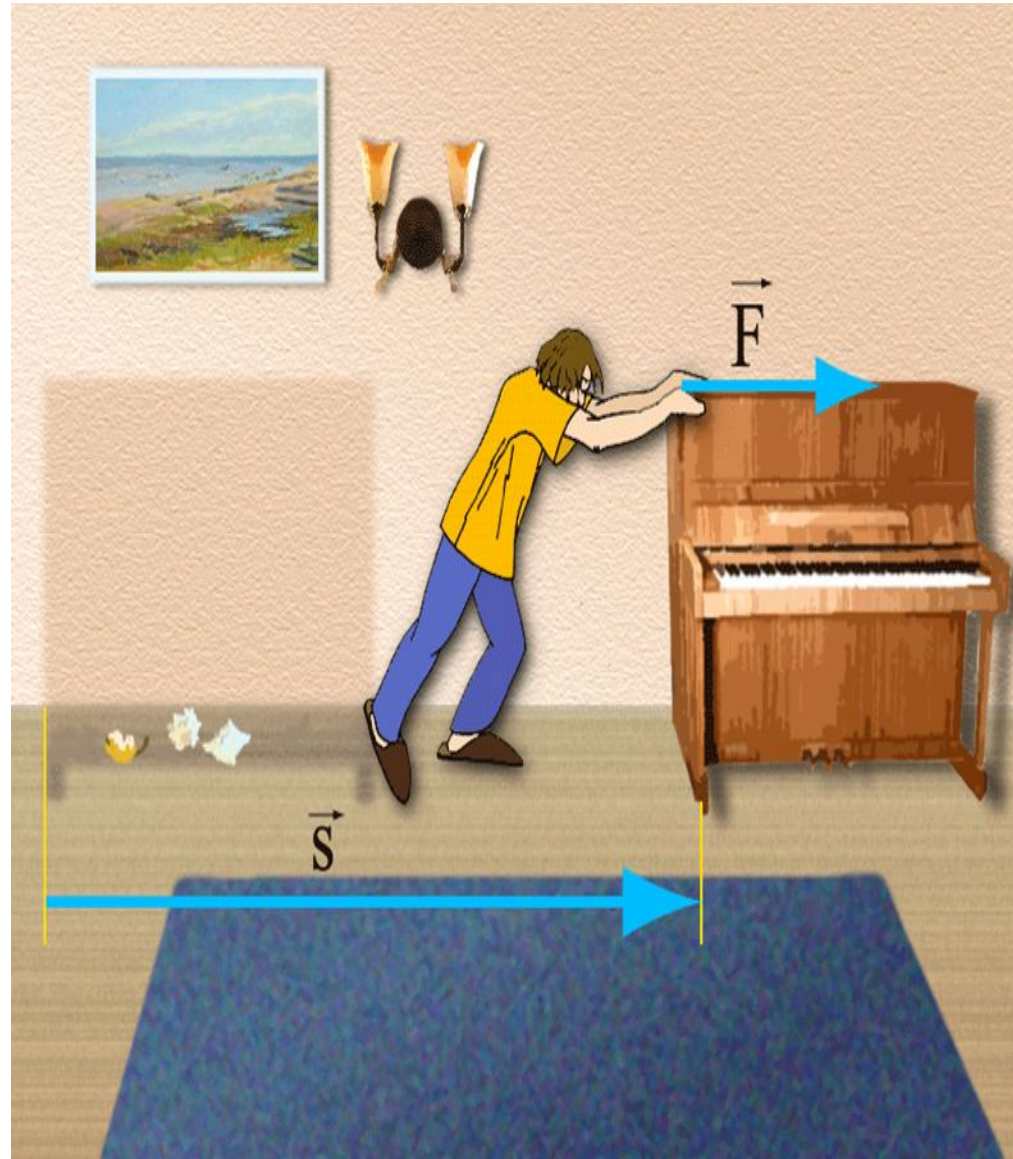
1. Что вы знаете о явлениях трения?
2. Как вы относитесь к гололеду, скользким тротуарам и дорогам?
3. Ваши предложения администрации нашего района?

# Отчет группы теоретиков

- **Цели:** изучить природу сил трения; исследовать факторы, от которых зависит трение; рассмотреть виды трения.

# Сила трения

Если мы попытаемся сдвинуть с места шкаф, то сразу убедимся, что не так-то просто это сделать. Его движению будет мешать взаимодействие ножек с полом, на котором он стоит. Различают 3 вида трения: трение покоя, трение скольжения, трение качения. Мы хотим выяснить, чем эти виды отличаются друг от друга и что между ними общего?



# Трение покоя

Прижмём свою руку к лежащей на столе тетради и передвинем её. Тетрадь будет двигаться относительно стола, но покоиться по отношению нашей ладони. С помощью чего мы заставили эту тетрадь двигаться? С помощью трения покоя тетради о руку. Трение покоя перемещает грузы, находящиеся на движущейся ленте транспортёра, препятствует развязыванию шнурков, удерживает гвозди, вбитые в доску, и т.д.

# Трение скольжения

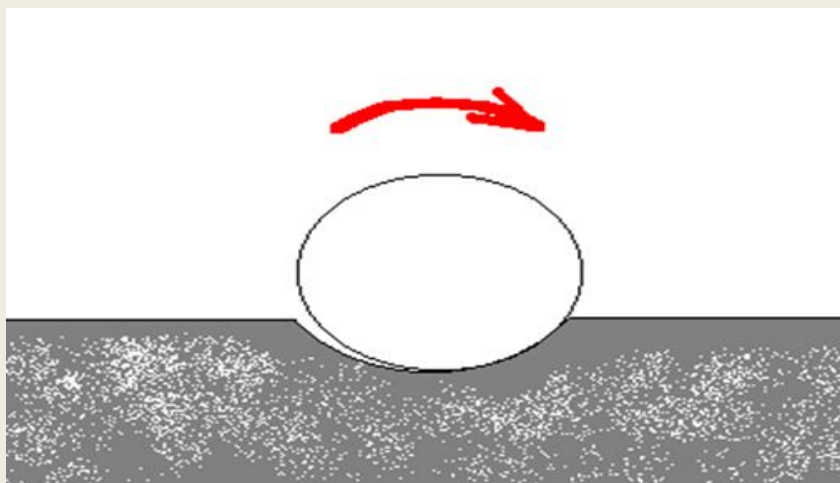
- Из-за чего постепенно останавливаются санки, скатившиеся с горы? Из-за трения скольжения. Почему замедляет своё движение шайба, скользящая по льду? Вследствие трения скольжения, направленного всегда в сторону, противоположную направлению движения тела.

# ***Причины возникновения силы трения:***

- Шероховатость поверхностей соприкасающихся тел. Даже те поверхности, которые выглядят гладкими, на самом деле всегда имеют микроскопические неровности (выступают, впадины). При скольжении одного тела по поверхности другого эти неровности зацепляются друг за друга и тем самым мешают движению
- Межмолекулярное притяжение, действующее в местах контакта трущихся тел. Между молекулами вещества на очень малых расстояниях возникает притяжение. Молекулярное притяжение проявляется в тех случаях, когда поверхность соприкасающихся тел хорошо отполированы. Так, например, при относительном скольжении двух металлов с очень чистыми и ровными поверхностями, обработанными в вакууме с помощью специальной технологии, сила трения между брусками дерева друг с другом,, и дальнейшее скольжение становится невозможно.

# Трение качения

Если тело не скользит по поверхности другого тела, а, подобно колесу или цилиндру, катится, то возникающее в месте их контакта трение называют трение качения. Катящееся колесо несколько вдавливаются в полотно дороги, и потом перед ним все время оказывается небольшой бугорок, который необходимо преодолеть. Именно тем, что катящемуся колесу постоянно приходится наезжать на появляющийся впереди бугорок, и обусловлено трение качения. При этом, чем дорога тверже, тем трение качения меньше. При одинаковых нагрузках сила трения качения значительно меньше силы





Но ведь знания о природе трения пришли к нам не сами собой. Этому предшествовала большая исследовательская работа ученых-экспериментаторов на протяжении нескольких веков. Не все знания приживались легко и просто, многие требовали многократных экспериментальных проверок, доказательств. Самые светлые умы последних столетий изучали зависимость модуля силы трения от многих факторов: от площади соприкосновения поверхностей, от рода материала, от нагрузки, от неровностей поверхностей и шероховатостей, от относительной скорости движения тел. Имена этих ученых: Леонардо да Винчи, Амонтон, Леонард Эйлер, Шарль Кулон – это наиболее известные имена, но были еще рядовые труженики науки. Все ученые, участвовавшие в этих исследованиях, ставили опыты, в которых совершалась работа по преодолению силы трения.

# Леонардо да Винчи

Он таскал по полу то плотно свитую веревку, то ту же веревку во всю длину. Его интересовал ответ на вопрос: зависит ли сила трения скольжения от величины площади соприкасающихся в движении тел? Механики того времени были глубоко убеждены, что чем больше площадь касания, тем больше сила трения. Они рассуждали примерно так, что чем больше таких точек, тем больше сила. Совершенно очевидно, что на большей поверхности будет больше таких точек касания, поэтому сила трения должна зависеть от площади трущихся тел.

# Он получил следующие результаты:

1. От площади не зависит.
2. От материала не зависит.
3. От величины нагрузки зависит  
(пропорционально ей).
4. От скорости скольжения не зависит.
5. Зависит от шероховатости поверхности.

## Французский ученый Амонтон

*В результате своих опытов так ответил на те же пять вопросов. На первые три – так же, на четвертый – зависит. На пятый – не зависит. Получалось, и Амонтон подтвердил столь неожиданный вывод Леонардо да Винчи о независимости силы трения от площади соприкасающихся тел. Но в то же время он не согласился с ним в том, что сила трения не зависит от скорости скольжения; он считал, что сила трения скольжения зависит от скорости, а с тем, что сила трения зависит от шероховатостей поверхностей, не*

# Российской Академии наук Леонард Эйлер

Действительный член Российской Академии наук Леонард Эйлер опубликовал свои ответы на пять вопросов о трении. На первые три- такие же, как и у предыдущих, но в четвертом он согласился с Амонтом, а в пятом – с Леонардо да Винчи.

# Французский физик Кулон

Он ставил опыты на судостроительной верфи, в одном из портов Франции.

Там он нашел те практические производственные условия, в которых сила трения играла очень важную роль. Кулон на все вопросы ответил - да. Общая сила трения в какой-то малой степени все же зависит от размеров поверхностей трущихся тел, прямо пропорциональна силе нормального давления, зависит от материала соприкасающихся тел, зависит от скорости скольжения и от степени гладкости трущихся поверхностей. В дальнейшем ученых стал интересовать вопрос о влиянии смазки, и были выделены виды трения: жидкостное, чистое, сухое и граничное.

# Правильные ответы

Сила трения не зависит от площади соприкасающихся тел, а зависит от материала тел: чем больше сила нормального давления, тем больше сила трения. Точные измерения показывают, что модуль силы трения скольжения зависит от модуля относительной скорости.

Сила трения зависит от качества обработки трущихся поверхностей и увеличения вследствие этого силы трения. Если тщательно отполировать поверхности соприкасающихся тел, то число точек касания при той же силе нормального давления увеличивается, а следовательно, увеличивается и сила трения.

Трение связано с преодолением молекулярных связей между соприкасающимися телами.

В опыте с трибометром силой нормального давления служит вес бруска. Измерим силу нормального давления, равную весу чашечки с гирьками в момент равномерного скольжения бруска. Увеличим теперь силу нормального давления вдвое, поставив грузы на брусок. Положив на чашечку добавочные гирьки, снова заставим брусок двигаться равномерно.

Сила трения при этом увеличится вдвое. На основании подобных опытов было установлено, что, при неизменных материале и состоянии трущихся поверхностей сила их трения прямо пропорциональна силе нормального давления, т.е.:

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$$



Величина, характеризующая

зависимость силы трения от материала и качества обработки

трущихся поверхностей,

называется коэффициентом

трения. Коэффициент трения

измеряется отвлеченным числом,

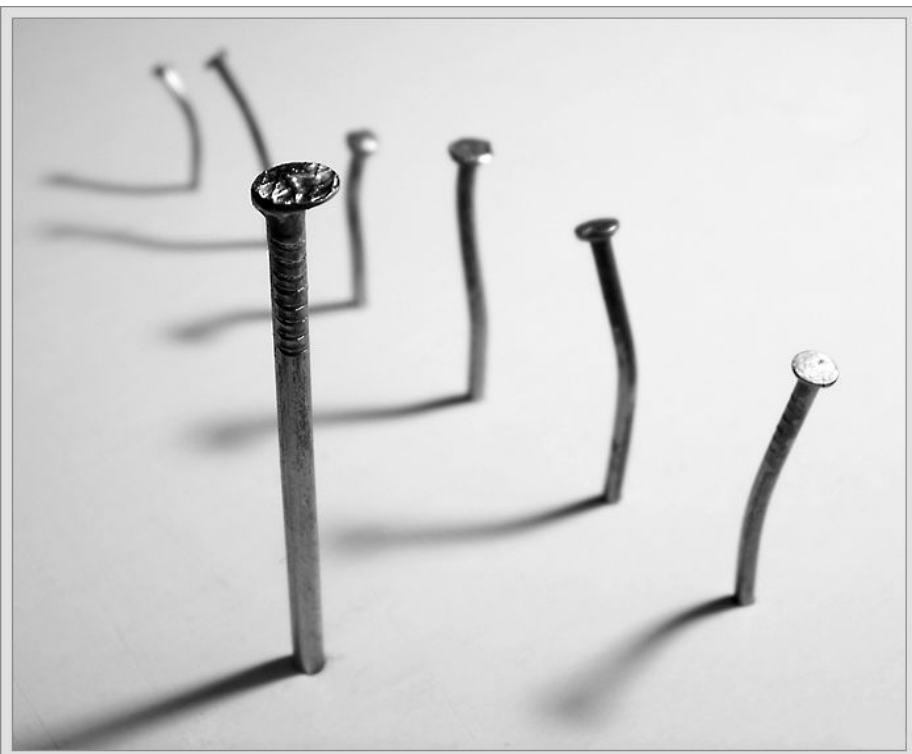
показывающим, какую часть силы

нормального давления составляет

сила трения

$$\mu = N / F_{\text{ТР}}$$

В технике и повседневной жизни силы трения играют огромную роль. В одних случаях силы трения приносят пользу, в других – вред. Сила трения удерживает вбитые гвозди, винты, гайки; удерживает нитки в материи, завязанные узлы и т.д. При отсутствии трения нельзя было бы сшить одежду, собрать станок, сколотить ящик.



Наличие трения покоя позволяет человеку передвигаться по поверхности Земли. Идя, человек отталкивает от себя Землю назад, а Земля с такой же силой толкает человека вперед. Сила, движущая человека вперед, равна силе трения покоя между подошвой ноги и Землей.

Чем сильнее человек толкает Землю назад, тем больше сила трения покоя, приложенная к ноге, и тем быстрее движется человек.

Когда человек отталкивает Землю с силой большей, чем предельная сила трения покоя, то нога скользит назад, и это затрудняет ходьбу. Вспомним, как трудно ходить по скользкому льду. Чтобы легче было идти, необходимо увеличить трение покоя. С этой целью скользкую поверхность посыпают песком.

# ОТЧЕТ ГРУППЫ ЭКСПЕРИМЕНТАТОРОВ

**Ц е л ь:** выяснить зависимость силы трения скольжения от следующих факторов:

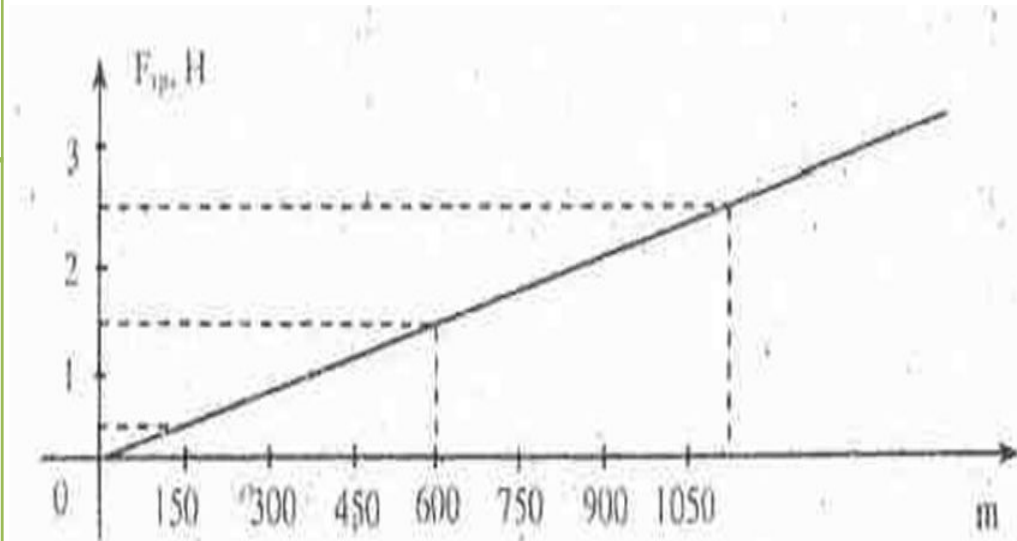
- от нагрузки;
- от площади соприкосновения трущихся поверхностей;
- от трущихся материалов (при сухих поверхностях).

**О б о р у д о в а н и е:** динамометр лабораторный с жесткостью пружины 40 Н/м; динамометр круглый демонстрационный (предел – 12Н); деревянные бруски – 2 штуки; набор грузов; деревянная дощечка; кусок металлического листа; плоский чугунный брусок; лед; резина.

# Результаты экспериментов:

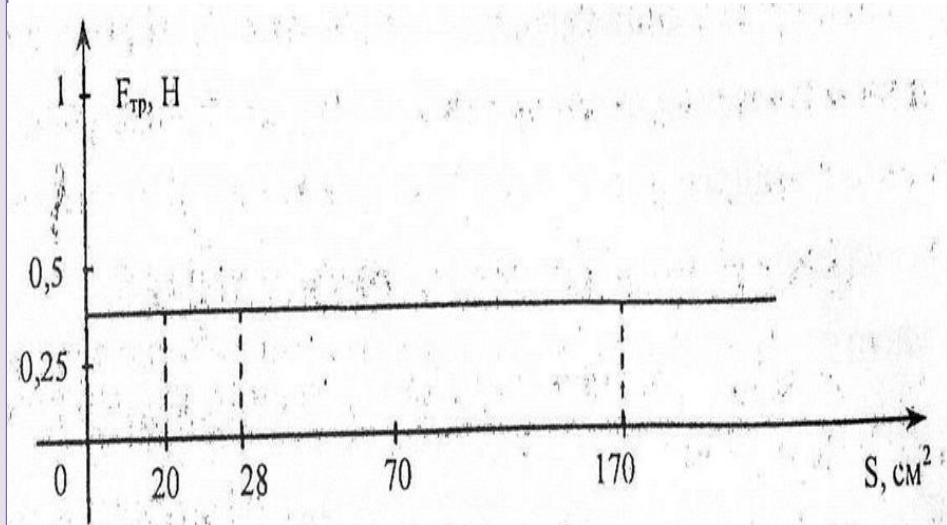
## 1. Зависимость силы трения скольжения от нагрузки

$m$ (г)	120	620	1120
$F_{\text{тр}}$ (Н)	0,3	1,5	2,5



## 2. Зависимость силы трения от площади соприкосновения трущихся поверхностей.

$S$ (см <sup>2</sup> )	220	228	1140
$F_{\text{тр}}$ (Н)	00,35	00,35	00,37



3. Зависимость силы трения от размеров неровностей трущихся поверхностей: дерево по дереву (различные способы обработки поверхностей).

<b>ч</b>	<b>1 неровное</b>	<b>2 гладкое</b>	<b>3 отшлифованное</b>
<b><math>F_{\text{тр}}</math></b>	1,5	0,7	0,3

1. Неровная поверхность – брусок не обработан.
2. Гладкая поверхность – брусок обструган вдоль волокон дерева.
3. Отшлифованная гладкая поверхность обработана наждачной бумагой.
4. При нанесении силы трения от материалов трущихся поверхностей мы используем один брусок массой 120 г и разные контактные поверхности. Используем формулу:

$$F = \mu \cdot N$$

№ п/п	Трущиеся материалы (при сухих поверхностях)	Коэффициент трения (при движения)
1	Дерево по дереву (в среднем)	0,3
2	Дереву по дереву (вдоль волокон)	0,075
3	Дерево по металлу	0,4
4	Дерево по чугуну	0,5
5	Дерево по льду	0,035



# ОТЧЕТ ГРУППЫ КОНСТРУКТОРОВ

**Цели:** создать  
демонстрационные  
эксперименты; объяснить  
результаты наблюдаемых  
явлений.

# Опыт №1

*Тщательно натираем смычок канифолью, затем проводим им по струне.*

*Продолжительные поющие звуки получают благодаря трению. Когда скрипач начинает вести смычок вдоль струны, струна под действием силы трения покоя увлекается смычком и выгибается. При этом натяжение стремится вернуть ее в первоначальное положение.*

*Когда эта сила превысит силу трения покоя, струна срывается и приходит в колебание, скрипач перемещает смычок в противоположную сторону, а затем навстречу.*

*Скрипка поет. Если играть на скрипке без смычка, дергая струны пальцами, получится звук, как у балалайки; если натянуть пальцем струну и отпустить ее, то раздастся резкий звук, который быстро затухнет.*

*Зачем натирают смычок канифолью? Играет ли канифоль роль смазки при трении? Оказывается, смычок натирают канифолью не только для того, чтобы повысить силу трения, но и для того, чтобы эта сила заметно зависела от скорости скольжения – быстрее уменьшилась бы с ростом скорости. Струна под смычком движется всегда медленнее смычка. Когда смычок и струна движутся в одну сторону, струна отстает от смычка. Сила трения препятствует отставанию и увлекает струну за смычком. Сила трения совершает работу, смычок тащит за собой струну и, наоборот, тормозит струну, замедляя ее движение. Совершается работа против сил трения.*

# Опыт №2

Деревянное яйцо с пропущенной через середину нитью. Берут в руки концы этой нити, и одну руку высоко поднимают вверх. Деревянное яйцо по нити быстро соскальзывает вниз. Поднимают вверх другую руку. Яйцо снова устремляется вниз, но вдруг неожиданно застревает на середине нити, затем опять скользит и останавливается. В этом опыте сила трения скольжения пропорциональна силе нормального давления. Яйцо состоит из двух соединяющихся половинок. В центре перпендикулярно нити укреплена корковая пробка. При натяжении нити сила трения нити о пробку увеличивается и яйцо замирает в определенном положении на нити. Если нить не натянута, то сила трения меньше и яйцо свободно скользит вниз.

# Опыт №3

Деревянная линейка. Кладут линейку горизонтально на указательные пальцы рук и, не торопясь, пальцы начинают сближать. Линейка не движется равномерно по двум пальцам сразу. Она скользит по очереди то по одному, то по другому пальцу. Почему? Под линейкой скользит лишь тот палец, который стоит дальше от центра масс линейки, так как он испытывает меньшую нагрузку и меньшее трение. Его скольжение прекращается, как только он оказывается ближе к центру масс линейки, чем второй палец, и тогда начинает скользить второй палец. Так пальцы движутся к

# Выводы по результатам работы над проектом

- Мы выяснили, что человек издавна использует знания о явлении трения, полученные опытным путем. Начиная с XV – XVI веков, знания об этом явлении становятся научными: ставятся опыты по определению зависимостей силы трения от многих факторов, выясняются закономерности.
- Теперь мы точно знаем, от чего зависит сила трения, а что не влияет на нее. Если говорить более конкретно, то сила трения зависит: от нагрузки или массы тела; от рода соприкасающихся поверхностей; от скорости относительного движения тел; от размере неровностей ли шероховатостей поверхностей. А вот от площади соприкосновения она не зависит.
- Теперь мы можем объяснить все наблюдаемые в практике закономерности строение вещества, силой взаимодействия между молекулами.
- Мы провели серию экспериментов, проделали примерно такие же опыты, как и ученые, и получили примерно такие же результаты. Получилось, что экспериментально мы подтвердили все утверждения, высказанные нами. Нами была создан ряд экспериментов, помогающих понять и объяснить некоторые «трудные» наблюдения.
- Но, наверное, самое главное – мы поняли, как здорово добывать знания самим, а потом делиться ими с другими.