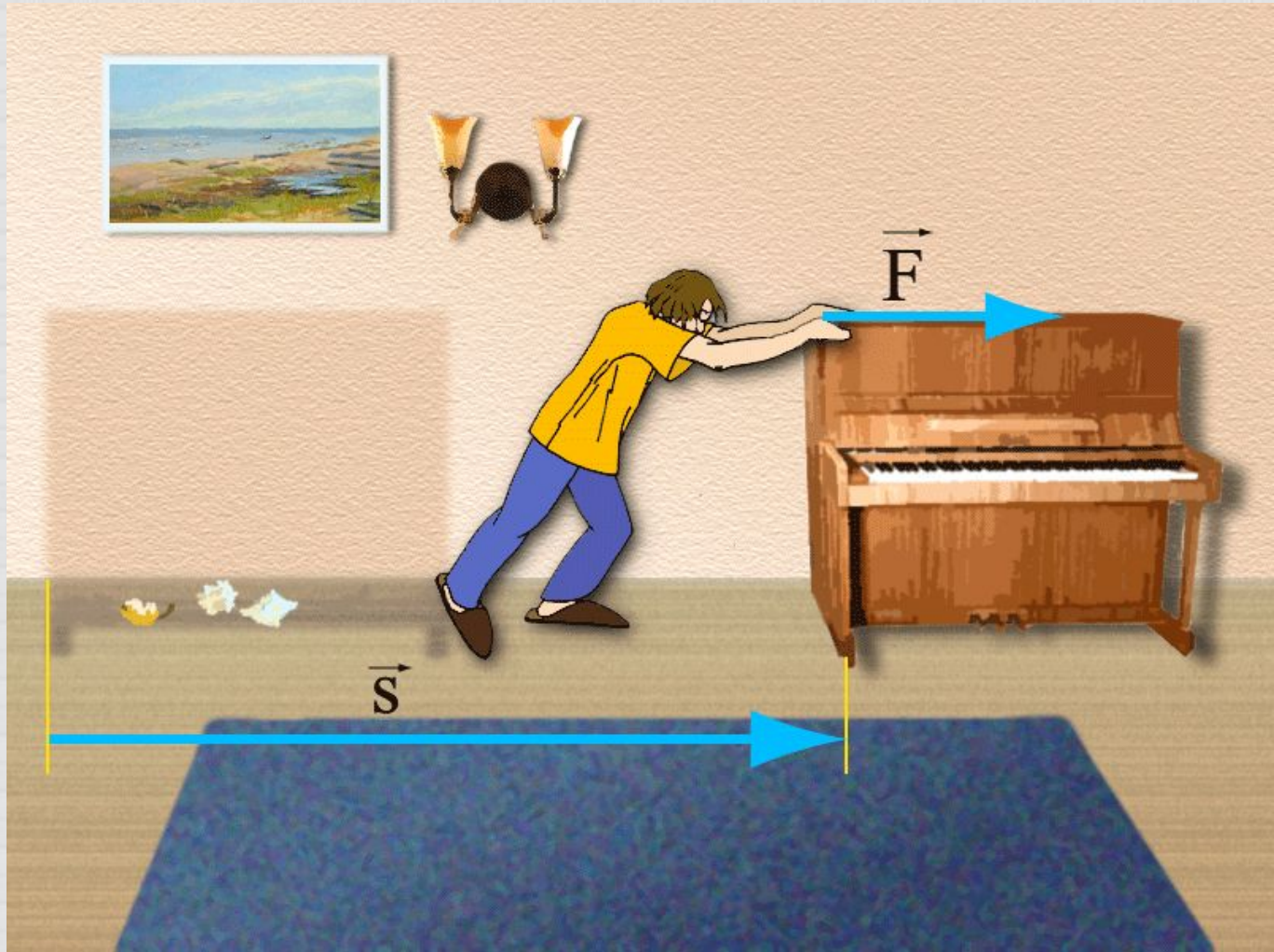


Сила трения



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

Задачи:

- *Проследить исторический опыт человечества по использованию и применению этого явления;*
- *Выяснить природу явления трения, закономерности трения;*
- *Провести эксперименты , подтверждающие закономерности и зависимости силы трения;*
- *Продумать и создать демонстрационные эксперименты, доказывающие зависимость силы трения от силы нормального давления, от свойств соприкасающихся поверхностей, от скорости относительного движения тел.*

- **Выясним, какую роль играет явление трения или его отсутствие в нашей жизни;**
- **Ответим на вопрос: «Что мы знаем об этом явлении?»»**

Полезна или вредна сила трения?

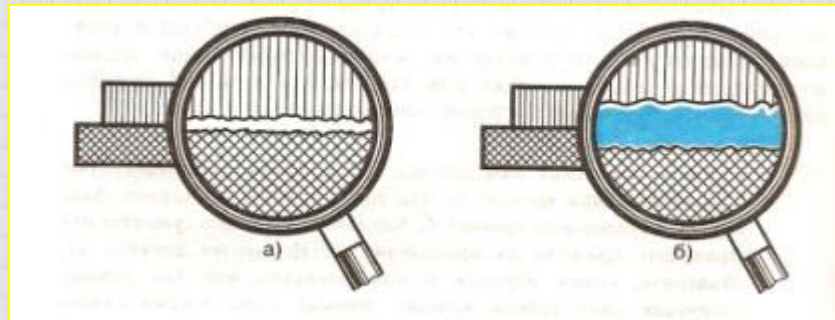


Трение – явление сопровождающее нас с детства, буквально на каждом шагу, а потому ставшее таким привычным и таким незаметным

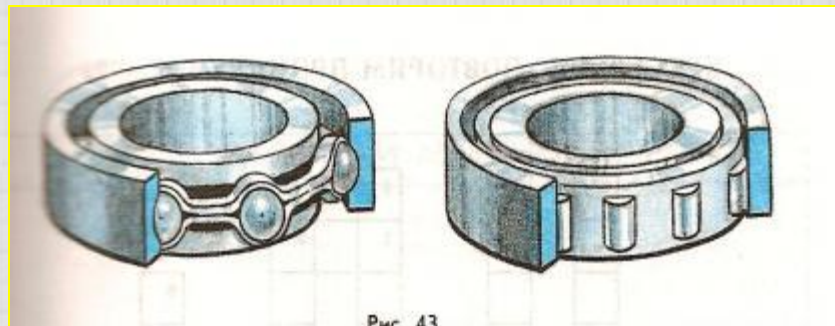
Трение не только тормоз для движения. Это еще и главная причина изнашивания технических устройств, проблема, с которой человек столкнулся также на самой заре цивилизации

Способы уменьшения трения:

1. Введение между трущимися поверхностями смазки (например, какого-либо масла).



2. Использование шариковых и роликовых подшипников.



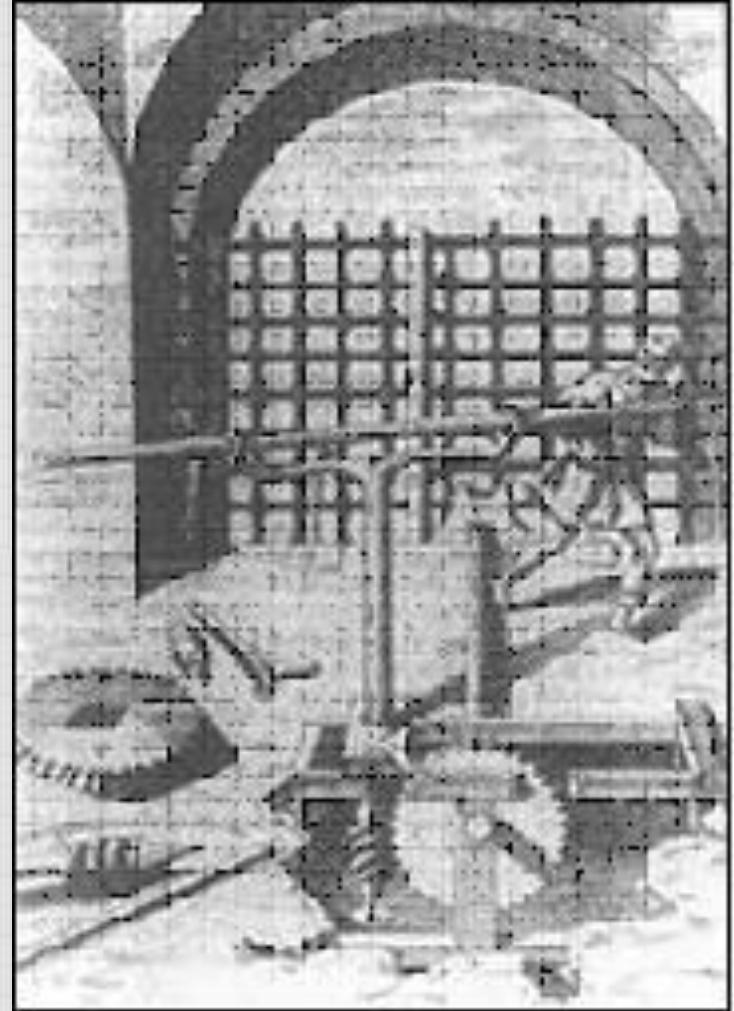
3. Применение воздушной подушки.

*Первый подшипник
качения из металла
находился в подпоре
ветряка, построенного в
1780 г. в Англии в
Спровстоне.*



Подшипник периода технической революции от 1500 до 1850 г.

- Подшипники для станочного инструмента с разделенными регулируемыми подшипниковыми блоками



Мы провели не большой социологический опрос группы жителей, которым задавались следующие вопросы:

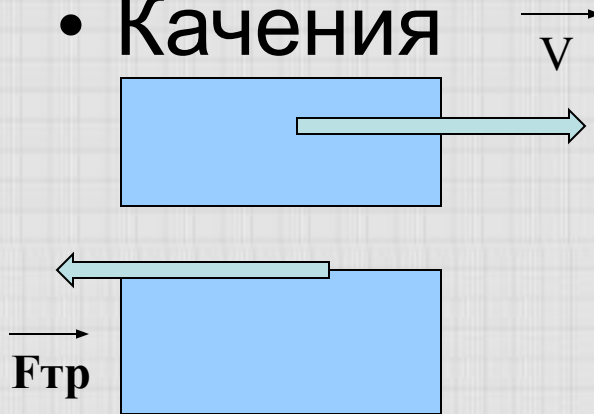
- Что вы знаете о явлении трение?*
- Как относитесь к гололеду, скользким тротуарами дорогам?*

На первый вопрос основная масса опрошенных не могла ответить определенно, т.к. не видела связи между трением и повседневным своим опытом.

На второй вопрос дети и школьники средних классов говорили, что им гололед нравится, можно кататься; а люди постарше уже понимают, в чем заключается опасность этого явления.

Силы трения

- Покоя
- Скольжения
- Качения



$$\vec{F}_{упр} = \vec{F}_{тр}$$

электромагнитная

1. При соприкосновении
2. Вдоль поверхности
3. Против движения

двух тел при соприкосновении, которое выражается в препятствии их взаимному перемещению.

Природа – электромагнитное взаимодействие.

Виды: внешнее (покоя, скольжения, качения),
Внутреннее (слои газа или жидкости),

Сопротивление (движение тела

Сила трения $F_{тр}$ как характеристика действия поверхности на тело.

Характер силы трения:

а) **зависит** от материала тела и поверхности, смазки, величины N ;

б) **не зависит** от S поверхности;

в) $F_{тр\max}$ покоя больше $F_{тр}$ скольжения;

г) $F_{тр}$ качения меньше $F_{тр}$ скольжения;

Закон силы трения (для случая независимости от скорости)

$$F_{тр} = N \cdot \mu$$

Коэффициент трения характеризует материал,

Уменьшение трения:

обработка, обработка поверхностей, выбор материала, подшипники качения и скольжения.

Увеличение трения: песок на дороге при гололеде,

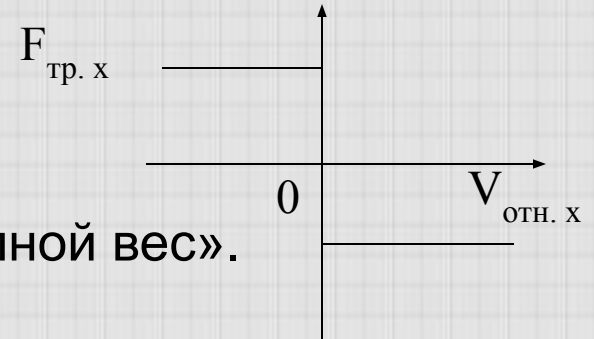
цепи на колесах, специальные шины, протектор на ботинках и др.

Расчет движения тел.

Расчет деформаций.

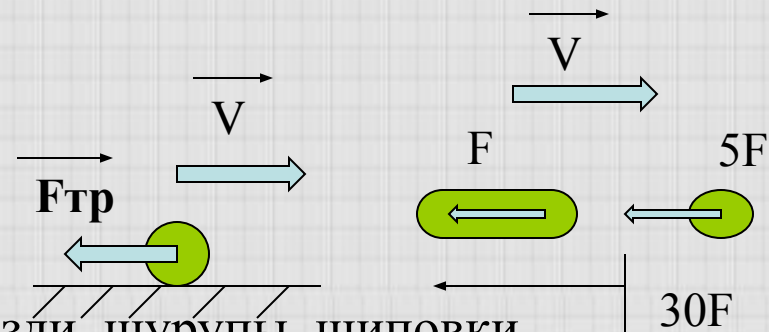
Трение покоя

- $F_{\text{тр. покоя}} = -F$
- $(F_{\text{тр. п}})_{\text{max}} = \mu N$
- Трение покоя – движущая сила, «цепной вес».



Трение качения

- ◆ Природа...
- ◆ $F_{\text{тр. кач.}}$ $F_{\text{тр. скольж.}}$
- ◆ Колесо! Подшипники!
- ◆ Увеличивают: песок, рукавицы, гвозди, шурупы, шиповки.
- ◆ Уменьшают: валы, оси, шлифовка, подшипники, смазка.

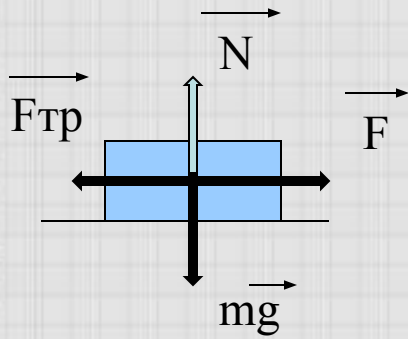


Жидкое трение

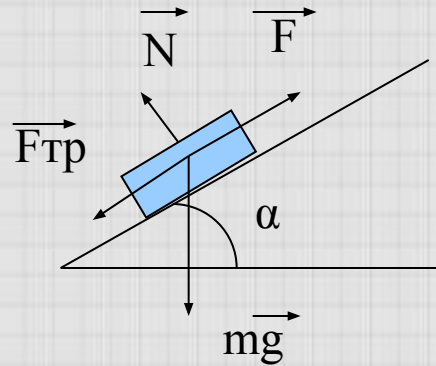
- ◆ Трение в жидкостях и газах
- ◆ $F_c = kv$
- ◆ $F_c = kv^2$

Трение скольжения $F_{\text{тр}} = \mu N$

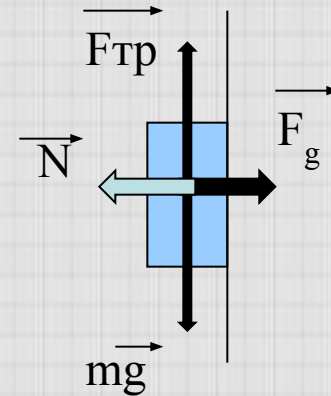
μ – коэффициент трения.



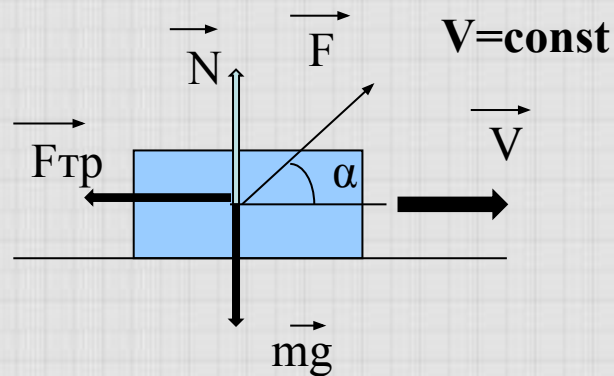
$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$



$$N = mg \cos \alpha$$
$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$



$$F_{\text{тр}} = \mu F_{\sigma}$$



$$N = mg - F \sin \alpha$$
$$F_{\text{тр}} = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

Историческая справка

- 1883 году знаменитый русский инженер и ученый Н. П. Петров писал: «Силу трения можно замечать всегда и повсюду, и ее надо поставить в ряду могущественнейших способов, при посредстве которых природа превращает один вид энергии в другой, мало-помалу заменяя их тепловыми. Эта сила обнаруживает свое влияние в самых разнообразных явлениях природы, возбуждая живой интерес ученых самых разнообразных направлений. Знание законов трения необходимо и астроному, и физику, и физиологу, и технику». Это высказывание одного из крупнейших инженеров конца прошлого века необычайно ясно показывает исключительную важность трибологии —

- **Леонардо да Винчи занимался многими вопросами деталей машин, трения и износа. В процессе своих исследований он обнаружил, что существует соотношение между нагрузкой и силой трения. Он также определили первые законы сухого трения, суть которых в следующем:**
- **Сила трения прямо пропорциональна нагрузке.**
- **Сила трения не зависит от видимой (номинальной) площади контакта.**
- **Сила трения не зависит от скорости скольжения.**
- **Применяя эти результаты, он установил:**
- **Преимущества качения перед скольжением.**
- **Преимущества линейного/точечного контакта перед контактом по площади.**
- **Преимущества обеспечения расстояния между телами качения в подшипниках качения.**

Коэффициент трения

- Основной характеристикой трения является коэффициент трения μ , который определяется материалами, из которых изготовлены поверхности взаимодействующих тел: сила трения F и нормальная нагрузка N_{normal} связаны неравенством $|F| \leq \mu N_{normal}$,

- обращающимся в равенство только при наличии относительного движения. Это соотношение называется законом **Амонтона-Кулона**

- *В зависимости от вида перемещения одного тела по другому различают: коэффициент трения при сдвиге — скольжении и коэффициент трения при качении. В свою очередь, при скольжении в зависимости от величины тангенциальной силы различают коэффициент неполного трения скольжения, коэффициент трения покоя и коэффициент трения скольжения. Все эти коэффициенты трения могут изменяться в широких пределах в зависимости от шероховатости и волнистости поверхностей, характера плёнок, покрывающих поверхности.*

Роль сил трения.

- Очень красочно о роли трения пишет французский физик Гильом: “Всем нам случалось выходить в гололедицу: сколько усилий требовалось, чтобы удерживаться от падения, сколько смешных движений приходилось нам проделывать, чтобы устоять! Это заставляет нас признать, что земля, по которой мы ходим, обладает драгоценным свойством, благодаря которому мы сохраняем равновесие без особых усилий. Та же мысль возникает у нас, когда мы едем на велосипеде по скользкой мостовой или когда лошадь скользит по асфальту и падает. Изучая подобные явления, мы приходим к открытию тех следствий, к которым приводит трение. Инженеры стремятся устранить его в машинах – и хорошо делают. В прикладной механике о трении говорится, как о крайне нежелательном явлении, и это правильно, однако лишь в узкой специальной области. Во всех прочих случаях мы должны быть благодарны трению: оно дает нам возможность ходить, сидеть и работать без опасения, что книги и чернильница упадут на пол. Трение представляет настолько распространенное явление, что нам, за редким исключением, не приходится призывать его на помощь: оно является к нам само.
- Трение способствует устойчивости. Плотники выравнивают пол так, что столы и стулья остаются там, куда их поставили. Блюда, стаканы, поставленные на стол, остаются неподвижными без особых забот с нашей стороны, если только дело не происходит на пароходе во время качки.
- Вообразим, что трение может быть устранено совершенно. Тогда никакие тела, будь они величиной с каменную глыбу или малы, как песчинки, никогда не удержатся одно на другом. Не будь трения, Земля представляла бы шар без неровностей, подобно жидкой капле”.

Нужно ли избавляться от трения?

- Вообразим, что во всем мире некоему волшебнику удалось “выключить” трение. А теперь подумайте, к каким непредвиденным последствиям это привело бы. Во-первых, вы, разумеется, выяснили бы, что трение бывает отнюдь не всегда твердым, хотя именно от него в тысячах ситуаций стремятся избавиться. Например, смазывают детали механизмов и машин, чтобы уменьшить их износ и не терять впустую энергию, уходящую на бесполезный нагрев. Однако без трения мы не могли бы ходить, колёса машин без толку крутились бы на месте, бельевые прищепки не могли бы ничего удерживать и т. д.
- Во-вторых, продолжая теперь вместе наши фантазии, мы, в конце концов, добрались бы до причин, порождающих трение. И здесь открывается самое интересное. Во время скольжения одного предмета по другому происходит словно бы зацепление микроскопических бугорков друг за друга. Но если бы этих бугорков не было, то это не значило бы, что сдвинуть предмет или тащить его стало бы легче. Возник бы так называемый эффект прилипания, который вы легко обнаружите, пытаясь, скажем, сдвинуть стопку книг в глянцевої обложке вдоль поверхности полированного стола.
- Значит, не будь трения, не было бы этих крошечных попыток каждой частички вещества удерживать подле себя соседок. Но тогда как вообще эти частички держались бы вместе? Иными словами внутри различных тел исчезло бы стремление “жить компанией”. То есть вещество развалилось бы до мельчайших деталек, как рассыпался бы на части от сотрясения домик из детского конструктора.
- Вот к какому неожиданному выводу можно прийти, если допустить отсутствие трения. С трением надо бороться, но абсолютно избавиться от него не получится, да и не надо.
- К этому можно прибавить, что при отсутствии трения гвозди и винты выскальзывали бы из стен, не одной вещи нельзя было бы удерживать в руках, никакой вихрь никогда бы не прекращался, никакой звук не умолкал, а звучал бы бесконечным эхом, неослабно отражаясь, например, от стен комнаты. Наглядный урок, убеждающий нас в огромной важности трения, дает нам каждый раз гололедица. Застигнутые ее на улице мы оказываемся беспомощны.

Мы выяснили зависимость силы трения скольжения от следующих факторов:

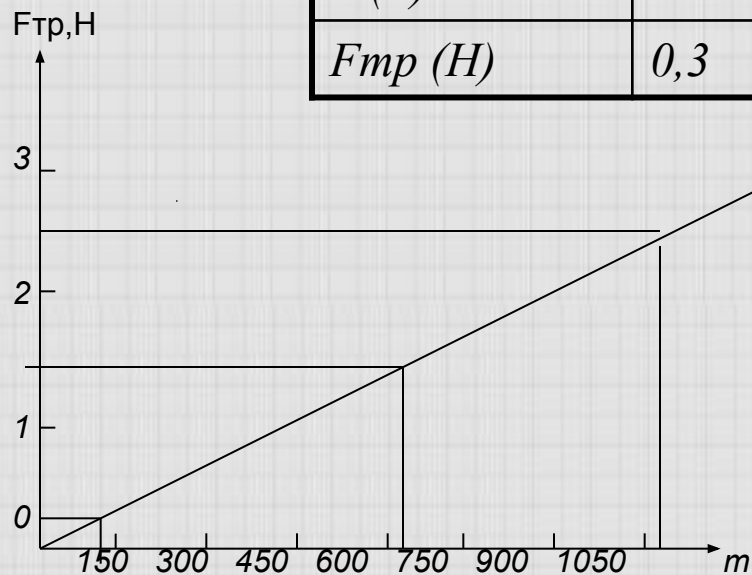
- *От нагрузки;*
- *От площади соприкосновения трущихся поверхностей;*
- *От трущихся материалов(при сухих поверхностях);*

Оборудование: *Динамометр лабораторный с жесткостью пружины 40Н/м; динамометр круглый демонстрационный(предел-12Н); деревянные бруски – 2 штуки; набор грузов; деревянная дощечка; кусок металлического листа; плоский чугунный брусок; лед; резина.*

Результаты экспериментов

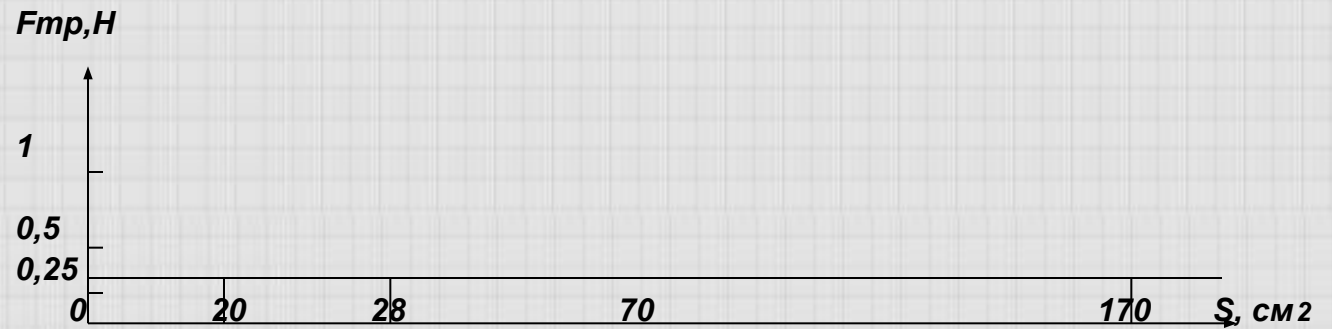
1. Зависимость силы трения скольжения от нагрузки.

| | | | |
|--------------|-----|-----|------|
| $M(\Gamma)$ | 120 | 620 | 1120 |
| $F_{тр} (H)$ | 0,3 | 1,5 | 2,5 |



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

| | | | |
|----------|------|------|------|
| S (см) | 20 | 28 | 140 |
| F тр (н) | 0.35 | 0.35 | 0,37 |



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

| | | | |
|------|------------|-----------|-----------------|
| Ч | 1 неровное | 2 гладкое | 3 отшлифованное |
| F тр | 1,5 | 0,7 | 0,3 |

1)Неровная поверхность- брусок неотработан.

2)Гладкая поверхность- брусок обструган вдоль волокон дерева.

3) Отшлифованная гладкая поверхность обработана наждачной бумагой.

4)При исследовании силы трения от материалов трущихся поверхностей мы используем 1 брусок массой 120 г и разные контактные поверхности. Используем формулу:

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

Мы рассчитывали коэффициенты трения скольжения для
следующих материалов:

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

Цели:

- Создать демонстрационные эксперименты;
- Объяснить результаты наблюдений;

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 размера неровностей или шероховатостей поверхностей. А вот от площади соприкосновения она не зависит.
- Теперь мы можем объяснить все наблюдаемые в практике закономерности строением 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 создана серия экспериментов, помогающих понять и объяснить некоторые «трудные» наблюдения.
- Но, наверное, самое главное – мы поняли, как здорово добывать знания самим, а потом делиться ими другими.