**Модуль 9. 10 класс**

**Урок 17-18 Силы трения. Коэффициент трения скольжения.**

***Лабораторная работа №3* *„Измерение коэффициента трения”***

**Цели урока.**

***обучающие:*** обобщить, углубить знания учащихся о силе трения, указать направление силы трения, установить, в чём заключаются причины трения, выяснить, какие виды трения существуют, рассмотреть способы увеличения и уменьшения силы трения, установить формулу для определения силы трения скольжения, ввести понятие коэффициента трения

***развивающие:*** развивать у учащихся умения и навыки сравнения, анализа причинно-следственных связей; формировать способности объединять разрозненные факты в единое целое; развивать навыки работы с лабораторным оборудованием и навыки работы в группе, развитие сотрудничества;

***воспитательные:*** воспитать культуру труда и культуру речи; воспитание умения выслушать товарища, уважать мнение оппонента;

**Оборудование: CD** − диск „Кинематика и динамика“, весы, разновесы, динамометр, набор грузов

по 100г; программный пакет PhET, мультимедийная доска;

**ПЕРВЫЙ МИНИ-МОДУЛЬ**

**Мотивация. Постановка проблемы:**

*18 августа 1851 г император Николай I совершил первую поездку из Петербурга в Москву по железной дороге. Императорский поезд был готов к отправлению в 4 часа утра. Начальник строительства дороги, генерал Клейнмихель, чтобы подчеркнуть особую торжественность события, приказал первую версту железнодорожного полотна покрасить белой масляной краской. Это было красиво и подчеркивало то обстоятельство, что императорский поезд первый пойдет по нетронутой белизне уходящих в даль рельсов. А что было дальше?*

*Паровоз не мог двигаться, он буксовал. И жандармы, подобрав полы шинели, бежали целую версту (чуть более километра) перед поездом и посыпали песком покрашенные рельсы. Зачем?*

*Какое обстоятельство не учел Клейнмихель? Он забыл о смазочном действии масляной краски, уменьшающем трение. Трение стало мало! Вот причина сложившейся ситуации. Сегодня поговорим о трении.*

Актуализация опорных знаний

* ***Какую силу называют силой трения?***

Силой трения называют силу, которая возникает при соприкосновении двух тел тогда, когда одно тело стремиться переместиться относительно другого. взаимодействие между различными соприкасающимися поверхностями,

* ***Каковы причины возникновения силы трения?***

Причиной трения является шероховатость поверхности соприкасающихся тел. Даже самые гладкие на вид поверхности имеют неровности, которые препятствуют движению одного тела по поверхности другого. Но оказывается, уменьшение неровностей снижает силу трения только вначале. Дальнейшее уменьшение шероховатости, приводит к увеличению силы трения. В этом виновна вторая причина возникновения силы трения — молекулярное взаимодействие, которое приводит как бы к прилипанию соприкасающихся поверхностей.

*Диск: «Кинематика и динамика», ролик №55*

Итак, есть две причины возникновения силы трения; неровности поверхности и наличие сил притяжения между молекулами соприкасающихся поверхностей. При шероховатых поверхностях трение обусловлено главным образом первой причиной, а при очень гладких поверхностях сказывается молекулярная природа трения

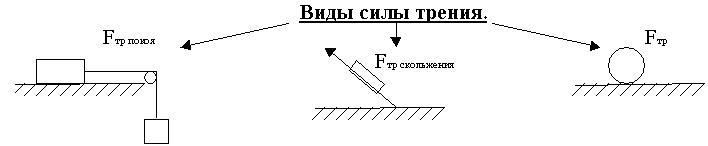
* ***Как направлена сила трения?***

Сила трения всегда направлена вдоль соприкасающихся поверхностей тел и препятствует их относительному перемещению.

* ***Какие виды трения бывают?***

Бывает трение сухое и трение в жидкостях и в газах. Если при движении соприкасаются твердые поверхности тел, трение называют сухим.

Трение сухое, в свою очередь, бывает трением покоя, трением скольжения и трением качения. Рассмотрим все перечисленные виды силы трения.



Изложение нового материала

**Трение покоя**

*Постановка проблемы:*

Этот вид трения возникает тогда, когда соприкасающиеся тела не движутся относительно друг друга. Существование этой силы трения легко показать с помощью следующего примера. На столе лежит книга, я пытаюсь её легонько толкнуть пальцем, но книга не двигается.

Вопрос - почему, ведь я прикладываю к книге силу, которая должна по второму закону Ньютона сообщить телу ускорение?

*Обсуждение и разрешение проблемы*

Ответ возможен лишь один, на книгу действует другая сила, которая противоположно направлена моей силе, и пока книга не движется, эта сила равна по модулю моей приложенной к книге силе. Пока не началось движение, сила трения покоя равна действующей на тело силе, то есть является переменной величиной от нуля до некоторой максимальной силы трения покоя

Какова же природа силы трения покоя? Книга и стол не являются абсолютно гладкими, и имеет не ровности, или микро выступы. Когда мы книгу кладем на стол, то микро выступы книги сближаются с микро выступами стола на столь малое расстояние, что атомы этих двух тел начинают взаимодействовать, взаимно притягиваться, т. е. между ними возникают электромагнитные силу. Силы трения имеют электромагнитную природу. Именно притяжение атомов книги и стола не дает сдвинуть книгу с места. Если я буду увеличивать силу, действующую на книгу, с целью разорвать эти электромагнитные связи, то при достижении критического значения силы трения книга сдвинется с места. Это критическое значение и называется максимальная сила трения покоя. Каждому, кому приходилось передвигать по комнате тяжелую мебель (например, шкаф), известно существование трения покоя. Как трудно бывает сдвинуть мебель с места. Усилия, которые необходимо для этого приложить, гораздо больше усилия, затрачиваемого на дальнейшее перемещение шкафа по полу.

*Диск: «Кинематика и динамика», ролик№56*

Нам привычно, что неодушевленные предметы вокруг не движутся сами по себе, вещи остаются на своих местах, где мы их положили или поставили. Но если бы вдруг сила трения покоя объявила забастовку, в мире начали бы твориться удивительные вещи. Мебель ,,гуляла,, бы по комнатам от легкого сквозняка, со всех гор на свете сползли бы вниз все ледники, все камни и даже вся земля, лежащая на склонах сровнялась бы до одного уровня. Не будь трения покоя, Земля представляла бы шар без неровностей. Даже самые спокойные школьники не смогли бы усидеть за партами – при малейшем движении они соскальзывали бы на пол. К этому можно прибавить, что при отсутствии силы трения покоя гвозди и винты выскальзывали бы из стен, ни одной вещи нельзя было бы удержаться на месте и в руках.

**Трение скольжения**

Если продолжить увеличивать силу, действующую на книгу после того, как сила трения покоя достигнет своего максимального значения, то связи атомов на выступах разорвутся, и книга начинает скользить по столу. И при скольжении одного тела по поверхности другого возникает сила трения скольжения. Трение скольжения равно максимальной силе трения покоя.

Опытные исследования показали, что сила трения скольжения, возникающая при перемещении одного тела по поверхности другого, пропорциональна силе, прижимающей эти тела по нормали к поверхности соприкосновения (перпендикулярно поверхности соприкосновения)

Эта прижимающая сила называется силой нормального давления, и она по третьему закону Ньютона, равна силе реакции со стороны опоры N.

Данный вывод можно записать в виде:

Заменяя знак пропорциональности знаком равенства, введем μ - коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом трения.

Тогда для силы трения скольжения получаем формулу как для активной силы:

*Шел 1500 год. Великий итальянский художник, скульптор и ученый Леонардо да Винчи проводил странные опыты, чем удивлял своих учеников: он таскал по полу, то плотно свитую веревку, то ту же веревку во всю длину. Его интересовал ответ на вопрос: зависит ли сила трения от скольжения от величины площади соприкосновения в движении тел? Механики того времени были глубоко убеждены, что чем больше площадь касания, тем больше сила трения. Они рассуждали так: чем больше точек соприкосновения, тем больше сила трения. Совершенно очевидно, что на большей поверхности будет больше таких точек касания, поэтому сила трения должна зависеть от площади трущихся тел. Леонардо до Винчи усомнился в справедливости данных предположений и стал проводить опыты. Попутно он исследовал зависимость силы трения от материалов, из которых изготовлены трущиеся тела, от величины нагрузки на эти тела, от скорости скольжения и от степени гладкости или шероховатости их поверхностей. И установил, что коэффициент трения μ не зависит от площади соприкосновения поверхностей*

Если я положу сначала книгу на стол боком, потом ребром, потом другим ребром, и в каждом опыте буду тянуть книгу динамометром, то динамометр покажет одно и то же значение при условии, что материал, которым будет соприкасаться книга со столом будет одним и тем же, т. е. картонка обложки.

**Коэффициент трения зависит:**

* от чистоты обработки соприкасающихся материалов
* сочетания материалов
* и в наименьшей степени от модуля относительной скорости перемещения.

**Трение качения**

Когда одно тело катится по поверхности другого, например, колесо по дороге, то возникает сила трения, которую называют трением качения. Вы знаете, когда, примерно, было изобретено колесо?

Колесо изобрели 5000 лет назад. Изобретение колеса считают самым гениальным изобретением человечества. Потому что сила, которую нужно приложить к телу, что бы заставить его катиться намного меньше силы, которую нужно приложить к телу, что бы заставить его скользить. Это объясняется тем, что при качении связи между атомами на выступах разрываются быстрее, чем при скольжении.

Поэтому катить легче, чем волочить, так как сила трения качения при прочих равных условиях всегда меньше силы трения скольжения. Именно, поэтому люди изобрели колеса. В глубокой древности о колесах не знали и даже летом грузы возили на санях или тащили волоком. Прошло немало лет прежде, чем древние инженеры догадались подложить под грузы катки, то есть заменить трение скольжения трением качения. Так для постройки памятника Петру-I в Санкт-Петербурге, громадную каменную глыбу доставили в город на катках. А иначе, постамент для памятника основателю города трудно было бы строителям тащить волоком.

*Диск: «Кинематика и динамика», ролик№57*

Замена трения скольжения трением качения было большим шагом вперед и увеличило производительность труда. Сначала полозья заменили брусьями, затем колесами, насажанными на оси, для уменьшения трения ввели смазку между трущимися деталями. В качестве смазки могут использоваться различного вида жидкости, масла. Кроме того, чтобы происходил как можно меньший износ трущихся частей, были изобретены шариковые подшипники.

**Силы сопротивления при движении твердых тел в жидкостях и газах.**

***Постановка проблемы:***

Как вы думаете, почему тяжелую баржу массой в 10 тонн на озере можно сдвинуть усилием рук, а сейф массой в 100 кг нет?

***Обсуждение и разрешение проблемы:***

Что бы сдвинуть сейф нам надо преодолеть максимальную силу трения покоя, а чтобы сдвинуть баржу нам не надо её преодолевать, т. к. сила трения покоя в жидкостях и газах полностью отсутствует.

Силы сопротивления в жидкой и в газовой среде появляются только при движении тел в этих средах. Зависит эта сила:

* от скорости. При малых скоростях сопротивление растет медленно, но при больших скоростях сопротивление начинает расти быстрее.
* от формы тела
* от состояния поверхности тела

*Диск: «Кинематика и динамика», ролик№58*

Осмысление полученных знаний

***Объясните следующие поговорки.***

* Пошло дело как по маслу.
* Что кругло – легко катится.
* Угря в руках не удержишь.
* Не подмажешь, не поедешь.

***Ответьте на вопрос:***

1. Вы знаете, что чтобы забить гвоздь в древесину, необходимо приложить немало усилий, но чтобы вытащить его нужно не меньше. Это можно сделать с помощью клещей. Но, что же так крепко держит гвозди в доске? Ведь поверхность гвоздя гладкая, и если он прямой, то ему нечем зацепиться за дерево! Чем можно это объяснить?

**Ответ:** *Держит гвоздь сила трения. Когда его забивали, то заостренный конец с силой раздвигал древесные волокна, проделывая отверстие, по которому проходило тело гвоздя. Раздвинутые волокна стремятся занять свое положение и снова сдвинуться. Они со всех сторон сжимают гвоздь. Благодаря этому нажиму между поверхностью гвоздя и деревом возникает большая сила трения. Гвоздь оказывается зажатым, будто в тисках.*

1. Жидкости являются смазкой при трении, и допустим, деревянное изделие с вбитыми гвоздями долго находилось под дождем или в сыром месте. Если начать вытаскивать гвозди из сырой древесины, то нужно приложить еще больше усилий, чем при вытаскивании из сухой, почему так? Ведь вода, кажется должна быть смазкой.

**Ответ:** *Потому, что промежутки между частичками древесины, набухшей от влаги, увеличиваются, и гвоздь сильнее сжимается волокнами древесины. Значит, сила трения увеличивается.*

**ВТОРОЙ МИНИ-МОДУЛЬ**

**Лабораторная работа №3 „Измерение коэффициента трения”**

1. Определите массу бруска и груза из набора.
2. Зацепив крючок динамометра за крючок бруска, приведите их в равномерное движение по линейке (или поверхности стола), измерьте силу тяги. Заметим, что во время движения бруска указатель динамометра колеблется, поэтому за результат измерения принимают среднее значение положения указателя между его крайними отклонениями. Результат измерения занесите в таблицу.
3. Нагружая брусок одним, двумя и тремя грузами, измерьте в каждом случае силу трения. Данные занесите в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Испытуемое тело | Масса  m, г | Сила веса  P, Н | Сила трения  F, Н | Коэффициент трения μ | μср | Δμ | Δμср |
| Брусок с одним грузом |  |  |  |  |  |  |  |
| Брусок с двумя грузами |  |  |  |  |  |
| Брусок с тремя грузами |  |  |  |  |  |

1. Определить коэффициент трения для каждого случая, определите среднее значение коэффициента трения и подсчитайте абсолютную и относительную погрешность измерений.
2. Сделайте вывод по проделанной работе, объясните появление погрешности измерений, оцените погрешность измерительных приборов.

**ТРЕТИЙ МИНИ-МОДУЛЬ**

* **Интерактивное моделирование с использованием пакета PhET** (Physics Education Technology):проследить, как изменяется сила трения при движении тела по наклонной плоскости при смене материала поверхности
* **Выходное тестирование с использованием раздаточного материала**

**ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ УРОКА, СООБЩЕНИЕ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ**