

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа имени ученого-слависта,
академика А. М. Селищева с. Волово
Воловского муниципального района Липецкой области

Определение коэффициента трения с помощью информационно- коммуникационных технологий

Голеняев Павел, Лаврухин Роман, Хатеев Артём,
обучающиеся 8 Б класса
Ибрагимова Ирина Викторовна,
учитель информатики

2016 г.
с. Волово

Оглавление

Введение	3
Проблема	3
Актуальность	3
Тема исследования	3
Объект исследования.....	3
Предмет исследования.....	3
Цель исследования	3
Гипотеза.....	3
Задачи исследования	3
Методы исследования	4
Глава 1. Сила трения	4
Природа возникновения силы трения, виды трения	4
Польза и вред трения, способы уменьшения трения	4
Коэффициент трения, способы определения коэффициента трения.....	5
Выводы	5
Глава 2. Определение коэффициента трения.....	6
Метод, основанный на равномерном движении по горизонтальной поверхности.....	6
Метод, основанный на равномерном скольжении вниз по наклонной плоскости.....	7
Метод с использованием установки, собранной из конструктора LEGO MINDSTORM education EV3.	9
Выводы	11
Заключение	11
Литература и ресурсы	11

Введение

Трение – это повседневное явление, с которым мы сталкиваемся буквально на каждом шагу.

Роль силы трения в быту сводится к тому, что мы можем ходить и ездить, что предметы не выскальзывают у нас из рук, что полки и картины висят на стенах, а не падают, даже одежду мы носим благодаря трению, которое удерживает волокна в составе нитей, а нити в структуре тканей.

Огромное число физических явлений в мире базируется на трении. Два главных достижения человечества, определивших развитие цивилизации – добыча огня и изобретение колеса – были бы без него невозможны.

Коэффициент трения — величина, характеризующая трущиеся поверхности. Она зависит от природы и качества обработки трущихся поверхностей.

Проблема

Коэффициент трения определяется опытным путём. Все существующие способы определения коэффициента трения требуют определённых временных затрат для выполнения расчётов. Мы задались вопросом, не могут ли средства ИКТ помочь нам в определении коэффициента трения.

Актуальность

Нехватка времени в современном мире является очень острой проблемой. В век информационных технологий использование средств ИКТ помогает экономить время, представлять более наглядно физические процессы, позволяет строить и исследовать различные модели, в том числе по определению коэффициента трения.

Тема исследования

Определение коэффициента трения с помощью информационно-коммуникационных технологий.

Объект исследования

Определение коэффициента трения.

Предмет исследования

Способы определения коэффициента трения

Цель исследования

Выявление наиболее быстрого и точного способа определения коэффициента трения

Гипотеза

Создание установки с использованием перворобота из набора LEGO MINDSTORM позволит определить коэффициент трения. Может быть, этот способ и будет наиболее быстрым и точным.

Задачи исследования

1. Выявить природу силы трения
2. Изучить способы определения коэффициента трения
3. Собрать установку из набора LEGO MINDSTORM для определения коэффициента трения
4. Ознакомиться с программой для определения коэффициента трения
5. Определить коэффициент трения для пары дерево-дерево разными способами.

Методы исследования

- Теоретический
- Техническое моделирование
- Эксперимент
- Измерение
- Исследовательско-поисковый
- Аналитический метод при сборе и отборе информации
- Поиск информации в интернете
- Лабораторно-репродуктивный: проведение опытов по готовым инструкциям
- Метод сравнения при анализе результатов

Глава 1. Сила трения

Природа возникновения силы трения, виды трения

Как известно, в природе не существует абсолютно гладких и абсолютно твердых тел, поэтому при перемещении одного тела по поверхности другого возникает сопротивление, которое называется трением.

Силы трения – это силы, которые возникают при соприкосновении поверхностей тел, действуют вдоль этих поверхностей и препятствуют их относительному перемещению. Они имеют электромагнитную природу. Причинами трения являются взаимное притяжение молекул, атомов соприкасающихся тел и шероховатость их поверхностей. Силы трения не только тормозят движение тел. Во многих случаях движение тела и не могло бы возникнуть без действия сил трения. В результате действия сил трения механическая энергия превращается во внутреннюю энергию соприкасающихся тел. Различают следующие виды трения: трение покоя, трение скольжения, трение качения.

Трением покоя называется трение двух тел при начальном (бесконечно малом) относительном перемещении в момент перехода от состояния покоя к состоянию относительного движения. Это явление можно объяснить шероховатостью поверхностей соприкасающихся тел, а также их деформацией, вызванной взаимным давлением друг на друга. Кроме того, при таком взаимном давлении (контакте) между телами, на их поверхностях возникают силы молекулярного сцепления. Для того, чтобы начать взаимное перемещение тел, необходимо преодолеть все эти факторы, обуславливающие трение покоя.

Трением скольжения называется трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по значению и (или) направлению. Трение скольжения, как и трение покоя, обусловлено, прежде всего, шероховатостью и деформацией поверхностей, а также наличием молекулярного сцепления прижатых друг к другу тел. Трение скольжения сопровождается изнашиванием, т. е. отделением или остаточной деформацией материала, а также нагревом трущихся поверхностей тел (остаточной называется деформация, не исчезающая после прекращения действия внешних сил). Трение характеризуется силой трения. Сила трения есть сила сопротивления относительному перемещению двух тел при трении.

Польза и вред трения, способы уменьшения трения

Трение – важное явление природы. Трение в одних случаях полезно, его стараются увеличивать. В других случаях – вредно, в этом случае его пытаются уменьшить. Сила трения покоя действует на подошвы обуви при ходьбе и беге. Сила трения покоя, действуя на подошву, сообщает ускорение пешеходу. Сила, направленная в противоположную сторону, на основании третьего закона Ньютона действует на Землю.

Сила трения покоя действует на ведущие колеса автомобиля, увеличивая его скорость, при отсутствии этой силы автомобиль будет буксовать. На ведомые колеса также действует сила трения покоя, но она тормозит движение автомобиля. Сила трения покоя возникает при завязывании галстуков, шарфов, косынок, шнурков, морских узлов и т.д. Наличие трения обеспечивает скрепление различных материалов, деталей – саморезов и кирпича, болтов и гаек, или протекторной подошвы и скользкой дороги. С другой стороны, для увеличения относительной скорости деталей их шлифуют или затачивают.

По причине трения трущиеся поверхности машин изнашиваются, происходит дополнительные затраты электроэнергии на преодоление сил трения, что приводит к снижению коэффициента полезного действия станков. Поэтому в механизмах трущиеся поверхности заменяют на катящиеся друг относительно друга. Конструируют транспорт на катках, колесах, воздушных подушках. Уменьшают шероховатости поверхностей. Применяют смазки, придают телам обтекаемую форму. Заменяют силу трения скольжения на силу трения качения.

Коэффициент трения, способы определения коэффициента трения

Сила трения зависит от силы нормальной реакции опоры (N), которая возникает в следствие действия веса тела. Чем вес больше, тем больше сила нормальной реакции. И чем больше сила нормальной реакции, тем больше сила трения. Между этими силами существует прямая пропорциональная зависимость, которую можно выразить формулой:

$$F_{тр} = \mu N$$

Здесь μ – это *коэффициент трения*. Он показывает, как именно сила трения скольжения зависит от силы нормальной реакции (или, можно сказать, от веса тела), какую долю от нее составляет. Коэффициент трения — безразмерная величина. Для разных пар поверхностей μ имеет разное значение.

Существуют следующие методы определения коэффициента трения: прямой и косвенный методы. Первая группа методов основана на том, что с помощью измерительной аппаратуры (точечные месдозы, торсиометры и др.) измеряют в каждой точке поверхности контакта величины нормальных и касательных напряжений, по которым определяют коэффициент трения. Эти методы требуют сложной дорогой измерительной техники, которая может быть использована только в лабораторных условиях и не воспроизводит полностью производственных условий. Вторая группа методов основана на том, что в лабораторных или производственных условиях определяют величину какого-либо параметра (сопротивление деформации, величину деформации, скорость скольжения и др.), связанного с коэффициентом трения математической зависимостью. Эти методы менее точны, но для определения коэффициента трения в условиях школьной лаборатории наиболее приемлемы.

Выводы

Силы трения – это силы, которые возникают при соприкосновении поверхностей тел, действуют вдоль этих поверхностей и препятствуют их относительному перемещению. Они имеют электромагнитную природу. Различают следующие виды трения: трение покоя, трение скольжения, трение качения. С точки зрения пользы для человека трение может быть вредным и полезным.

Коэффициент трения показывает, как именно сила трения скольжения зависит от силы нормальной реакции. Существуют прямой и косвенный методы определения коэффициента трения.

Глава 2. Определение коэффициента трения

Просмотрев и проанализировав источники информации, мы выяснили, что в условиях школьной лаборатории наиболее приемлемыми являются методы, основанные на:

- равномерном движении по горизонтальной поверхности,
- равномерном скольжении вниз по наклонной плоскости.

При выполнении экспериментов основное внимание уделим определению наиболее быстрого и точного метода определения коэффициента трения скольжения пары веществ «дерево-дерево», а также будем использовать средства ИКТ для оптимизации выполнения расчетов.

Метод, основанный на равномерном движении по горизонтальной поверхности

Из формулы $F_{тр} = \mu N$ следует, что зная силы трения и нормальной реакции, можно определить коэффициент трения для любых поверхностей:

$$\mu = F_{тр}/N$$

Сила нормальной реакции опоры зависит от веса тела. Она равна ему по модулю, но противоположна по направлению. Вес тела (P) можно вычислить, зная массу тела. Таким образом, если не учитывать векторность величин, можно записать, что $N = P = mg$. Тогда коэффициент трения находится по формуле:

$$\mu = F_{тр} / (mg)$$

Мы провели серию экспериментов для пары дерево-дерево

Порядок выполнения работы

1. Положить брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставить груз.
2. Прикрепив к бруску динамометр, как можно более равномерно тянуть его вдоль линейки. Заметить при этом показание динамометра.
3. Взвесить брусок и груз.
4. По формуле $\mu = F_{тр}/N$ найти коэффициент трения.
5. Повторить опыт, положив на брусок несколько грузов.
6. Найти среднее арифметическое значение коэффициентов трения, найденных в разных опытах.
7. Найти ошибку каждого из опытов — разность между средним значением коэффициента трения и значениями полученными в разных опытах.
8. Определить среднее арифметическое ошибок опытов
9. Составить таблицу результатов опытов:

Номер опыта	Показание динамометра $ \vec{F}_{тр} $	$\mu = \frac{ \vec{F}_{тр} }{ \vec{P} }$	$\mu_{ср}$	$\Delta\mu = \mu_{ср} - \mu$	$\Delta\mu_{ср}$

10. Записать результат измерений в виде

$$\mu = \mu_{ср} \pm \Delta\mu_{ср}$$

Для увеличения скорости по выполнению расчетов мы разработали таблицу в программе Microsoft Office Excel с формулами, используя относительную и абсолютную адресацию при копировании формул (Таблица 1)

Таблица 1.

№ опыта	Показ. дин-ра, Fтр, Н	P, Н	μ	$\Delta\mu = \mu_{ср} - \mu$	$\Delta\mu_{ср}$
1	0,6	0,98	B3/C3	\$D\$6-D3	(ABS(E3)+ABS(E4)+ABS(E5))/3
2	0,9	1,96	B11/C11	\$D\$6-D4	
3	1,3	2,94	B12/C12	\$D\$6-D5	
		$\mu_{ср}$	CP3НАЧ(D3:D5)		

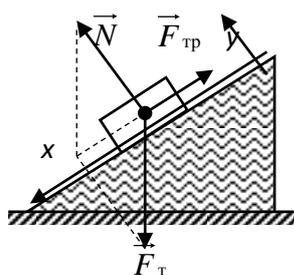
И получили следующие результаты (Таблица 2).

Таблица 2.

№ опыта	Показ. дин-ра, Fтр, Н	P, Н	μ	$\Delta\mu = \mu_{ср} - \mu$	$\Delta\mu_{ср}$
1	0,6	1,98	0,303030303	0,00931423	0,011736471
2	0,9	2,96	0,304054054	0,00829048	
3	1,3	3,94	0,329949239	-0,0176047	
		$\mu_{ср}$	0,312344532		

В результате эксперимента получили среднее значение коэффициента трения $\mu = 0,312 \pm 0,012$. На выполнение эксперимента потратили 40 минут.

Метод, основанный на равномерном скольжении вниз по наклонной плоскости



Тело, находящееся на наклонной плоскости, начинает равномерно двигаться по ней, когда геометрическая сумма трех сил (силы тяжести $\vec{F}_т$, силы реакции опоры \vec{N} и силы трения $\vec{F}_{тр}$), действующих на тело равна нулю. Спроецировав все три силы на оси координат (рис.), получим уравнение движения тела в виде: $mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$, где m – масса тела, g – ускорение свободного падения, α – угол наклона наклонной плоскости к горизонту, μ – коэффициент трения скольжения. Отсюда получим,

что коэффициент трения определяется выражением $\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{b}$, где h – высота

наклонной плоскости, b – длина основания наклонной плоскости (катет, соприкасающийся с горизонтальной поверхностью).

Мы провели аналогичную серию экспериментов для пары дерево-дерево

Порядок выполнения работы

1. Положить брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставить груз.
2. Прикрепив к бруску динамометр, как можно более равномерно тянуть его вдоль линейки. Заметить при этом показание динамометра.
3. Взвесить брусок и груз.
4. По формуле $\mu = F_{тр}/N$ найти коэффициент трения.
5. Повторить опыт, положив на брусок несколько грузов.
6. Найти среднее арифметическое значение коэффициентов трения, найденных в разных опытах.
7. Найти ошибку каждого из опытов — разность между средним значением коэффициента трения и значениями полученными в разных опытах.
8. Определить среднее арифметическое ошибок опытов
9. Составить таблицу результатов опытов:

Номер опыта	Показание динамометра $\vec{F}_{тр}$	$\mu = \frac{ \vec{F}_{тр} }{ \vec{P} }$	$\mu_{ср}$	$\Delta\mu = \mu_{ср} - \mu$	$\Delta\mu_{ср}$

10. Записать результат измерений в виде

$$\mu = \mu_{ср} \pm \Delta\mu_{ср}.$$

Для увеличения скорости по выполнению расчетов мы разработали таблицу в программе Microsoft Office Excel с формулами, используя относительную и абсолютную адресацию при копировании формул (Таблица 3)

Таблица 3.

№ опыта	Высота, h, м.	b, м	μ	$\Delta\mu = \mu_{ср} - \mu$	$\Delta\mu_{ср}$
1	0,265	0,3	B2/C2	\$D\$5-D2	(ABS(E2)+ABS(E3)+ABS(E4))/3
2	0,265	0,3	B3/C3	\$D\$5-D3	
3	0,265	0,3	B4/C4	\$D\$5-D4	
		$\mu_{ср}$	CP3НАЧ(D2:D4)		

И получили следующие результаты (Таблица 4).

Таблица 4.

№ опыта	Высота, h, м.	b, м	μ	$\Delta\mu = \mu_{ср} - \mu$	$\Delta\mu_{ср}$

1	0,265	0,7	0,378571429	-0,04981685	0,033211233
2	0,2	0,65	0,307692308	0,021062271	
3	0,18	0,6	0,3	0,028754579	
		μср	0,328754579		

В результате эксперимента получили среднее значение коэффициента трения $\mu=0,329\pm0,033$. На выполнение эксперимента потратили 37 минут.

Метод с использованием установки, собранной из конструктора LEGO MINDSTORM education EV3.

В основе этого метода лежит метод, основанный на равномерном скольжении вниз по наклонной плоскости, рассмотренный выше. В отличие от метода с использованием наклонной плоскости, робот фиксирует не высоту наклонной плоскости и длину основания, а непосредственно измеряет угол, на который медленно поднимается наклонная плоскость с помощью гироскопического датчика. Также в конструкции используются два датчика касания. Один датчик фиксирует касание наклонной плоскости, при нажатии рукой на другой датчик наклонная плоскость прекращает движение. Согласно инструкции мы собрали конструкцию по определению коэффициента трения. (Приложение № 3).

Приложение 1



Для чистоты эксперимента на наклонную плоскость укрепили деревянную поверхность. Загрузили программу в модуль EV3 и запустили её. (Приложение 2)

Приложение 2



Провели аналогичную серию экспериментов «дерево по дереву»

Ход эксперимента.

1. Запустить программу.
2. Установить рампу в начальное положение.
3. Установить исследуемый предмет на рампу.
4. Включить датчик касания. Рампа медленно поднимается.
5. Нажать датчик касания, как только предмет начнет скользить. Угол наклона определяется с помощью гироскопического датчика. Будут показаны угол и связанный с ним коэффициент трения.
6. Повторить эксперимент несколько раз, используя различные предметы.
7. Зафиксировать полученные в опытах значения и результаты (угол, коэффициент трения) в таблице.

№ опыта	Угол наклона, °	μ	$\Delta\mu = \mu_{\text{ср}} - \mu$	$\Delta\mu_{\text{ср}}$
		$\mu_{\text{ср}}$		

Разработали таблицу в программе Microsoft Office Excel (Таблица 5):

Таблица 5

№ опыта	Угол наклона, °	μ	$\Delta\mu = \mu_{\text{ср}} - \mu$	$\Delta\mu_{\text{ср}}$
1	18	0,3249	$\$C\$5-C2$	$(ABS(D2)+ABS(D3)+ABS(D4))/3$
2	19	0,3443	$\$C\$5-C3$	
3	20	0,3639	$\$C\$5-C4$	
		$\mu_{\text{ср}}$	$CP3HA4(C2:C4)$	

Получили следующие результаты (Таблица 6)

Таблица 6

№ опыта	Угол наклона, °	μ	$\Delta\mu = \mu_{\text{ср}} - \mu$	$\Delta\mu_{\text{ср}}$
1	18	0,3249	0,019466667	0,013022222
2	19	0,3443	6,66667E-05	
3	20	0,3639	-0,019533333	
	$\mu_{\text{ср}}$	0,344366667		

В результате эксперимента получили среднее значение коэффициента трения $\mu=0,3444\pm 0,013$. Погрешность измерений $\Delta\mu_{\text{ср}}=0,013$. На выполнение эксперимента потратили 15 минут.

Выводы

Мы сравнили 3 различных способа по определению коэффициента трения скольжения. В результате проведенных экспериментов мы получили коэффициент трения скольжения «дерево по дереву», попадающий в диапазон значений табличных данных - 0,20 - 0,50. Однозначно самым быстрым способом определения коэффициента трения скольжения оказался метод с использованием перворобота EV3.

Заключение

Проведенное исследование позволило разрешить поставленную проблему, полностью реализовать цель и задачи работы: проведено сравнение трех методов измерения коэффициента трения скольжения деревянного бруска по деревянной поверхности, на основании анализа экспериментальных данных выявлен наиболее точный метод.

Исходная гипотеза подтвердилась: нам удалось определить коэффициент трения с помощью перворобота EV3, этот способ оказался наиболее быстрым и точным, что позволяет нам сделать выводы о положительном влиянии использовании средств ИКТ в образовательном процессе. Использование перворобота на уроках физики повышает познавательный интерес, усиливает мотивацию к учению.

Результаты данной работы могут быть полезны всем школьникам, учителям физики с целью использования перворобота EV3 при проведении лабораторной работы по определению коэффициента трения, а также школьникам, интересующимся программированием.

Литература и ресурсы

1. Буров А.А. «Фронтальные лабораторные занятия по физике» М.Пр.1970год, 216 с.
2. Енохович А. С. Справочник по физике.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Просвещение, 1990.- 384 с.
3. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Экспериментальные задания по физике. 9–11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. М.: Вербум, 1999 год, 208 с.
4. Касьянов В. А. Физика. 10 кл.: Учебн. для общеобразоват. учеб. заведений. – 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2002, 413 с
5. Физическая лаборатория: Учебное пособие для учителей и учащихся. Вып.1. Механика /Под ред. А.Б. Долицкого, Е.Ю. Заславской. – М.: МИРОС, 1997, 127 с