Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

команда «Фотоны жизни»
МОУ СОШ №2
г. Новодвинск, Архангельская область

Исследование зависимости коэффициента трения от различных факторов

Цель эксперимента: исследовать на опыте, от каких величин зависит и не зависит коэффициент трения.
Задачи:

- познакомиться с литературой по данной теме и углубить знания;
- ознакомиться с условиями определения коэффициента трения;
- сформулировать выводы о действии факторов на коэффициент трения.

Вступительная часть

Трение представляет собой сложный комплекс механических, электронных и химических явлений, т.е. имеет сложную природу, поэтому опыты с трением очень чувствительны и трудно воспроизводимы.
От чего же зависит коэффициент трения?
К сожалению, пока наука о трении не располагает расчетными формулами (за малым исключением), позволяющими вычислять коэффициенты трения данной пары в зависимости от заданных условий.
Учесть влияние всех факторов не представляется возможным, поэтому ограничимся приближённым определением значения силы трения по закону Кулона: «Сила трения скольжения пропорциональна силе, нормальной к поверхности соприкасающихся тел, зависит от рода трущихся поверхностей и не зависит от величины трущихся поверхностей» и определим коэффициент трения как физическую величину, равную отношению предельной силы трения к нормальной силе давления (статический коэффициент трения):

$$\mu = \frac{F}{N}.$$

Коэффициент трения является характеристикой процесса, поэтому его нельзя рассматривать как некоторую неизменную величину.
Справочные таблицы по коэффициентам трения, составленные для определенной пары материалов, теряют смысл, если в них не указаны условия, в которых эти коэффициенты трения были получены. Одна и та же пара материалов может, в зависимости от действующих факторов, иметь резко отличные значения коэффициентов трения.

Гипотеза:
Предположить, что коэффициент трения зависит от следующих факторов:

- от материалов трущихся поверхностей;
- от физического состояния трущихся поверхностей (степени шероховатости, влажности, температуры);
- от относительной скорости скольжения одного тела по поверхности другого.

Предположить, что коэффициент трения не зависит от следующих факторов:

- от силы давления (нагрузки);
- от площади соприкосновения трущихся поверхностей.

Экспериментальная часть

Примечание: для более точных результатов мы эксперименты №1, 2, 3 проводили с системой тел «брусок + груз». Это увеличило силу трения (см. эксперимент №5) и силу нормального давления. Но в описании работы мы будем называть тело бруском, и учитывать совместный вес 2 Н.

Эксперимент №1

Цель: выяснить зависимость коэффициента трения скольжения от рода материала трущихся поверхностей:

- дерево по дереву,
- дерево по линолеуму,
- дерево по пластику,
- дерево по стеклу

и рассчитать коэффициент трения скольжения.

Оборудование: динамометр лабораторный, деревянный брусок, различные поверхности.

План работы:

1. Используя динамометр, найти вес бруска. 2. Перемещать брусок с помощью динамометра равномерно вдоль исследуемой поверхности на продолжении участка длиной не менее 1м.
3.Измерить силу трения скольжения бруска на разных поверхностях.
4.Используя формулу $F=\mu\times N$ рассчитать коэффициент трения скольжения. Учитывать, что вес тела по модулю равен нормальной силе давления $P=N$.

Поверхности	Вес тела, P, Н	Сила трения, F, Н	Коэффициент трения μ
дерево по дереву	2	0,4	0.2
дерево по линолеуму	2	0,3	0.15
дерево по пластику	2	0.5	0.25
дерево по стеклу	2	0.1	0.05

Вывод: коэффициент трения скольжения зависит от рода трущихся материалов.

Эксперимент №2.

Цель: выяснить зависимость коэффициента трения скольжения от физического состояния трущихся поверхностей.

Оборудование: деревянный брусок, лабораторный динамометр, различные поверхности, сосуд водой.

План работы:

1. Отпустить брусок в воду на некоторое время (у нас на 3 часа) и провести измерения как в эксперименте №1.

2. Рассчитать коэффициент трения по формуле F=μ×N .

Поверхности	Вес тела, P, Н	Сила трения, F, Н	Коэффициент трения μ
дерево по дереву	2	0,7	0,35
дерево по линолеуму	2	0,6	0,3
дерево по пластику	2	0,7	0,35
дерево по стеклу	2	0,3	0,15

Вывод: в данном эксперименте мы попытались изменить физическое состояние бруска. На наш взгляд благодаря воздействию воды можно считать, что брусок стал влажным (дерево хорошо смачивается водой). Это приближение можно отнести к тому, что опыт проводился в условиях повышенной влажности. В результате мы видим, что коэффициент трения скольжения увеличился.

Эксперимент №3.

Цель: выяснить зависимость коэффициента трения скольжения от физического состояния трущихся поверхностей.

Оборудование: деревянный брусок, лабораторный динамометр, две деревянные рейки с разным качеством обработки.

План работы:

1. Перемещать брусок сначала по гладкой поверхности, то есть по первой рейке, которая обработана наждачной бумагой.
2. Повторить опыт со второй рейкой, которая не обработана наждачной бумагой.
3. Рассчитать коэффициент трения скольжения по формуле F=μ×N.

поверхность	Вес тела, P, Н	Сила трения, F, Н	Коэффициент трения μ
гладкая поверхность	2	0,4	0,2
шероховатая поверхность	2	0,5	0,25

Вывод:

чем больше поверхность имеет шероховатостей и неровностей, тем больше коэффициент трения скольжения для этой поверхности. Этот эксперимент доказывает, что коэффициент трения скольжения зависит от состояния поверхности.

Приведем пример из инженерного справочника.

Коэффициенты трения скольжения дерева и кожи по льду и снегу ориентировочные в зависимости от состояния поверхности.

Материалы	Коэффициент трения скольжения
По мокрому льду	0,02
По гладкому льду	0,06
По шероховатому льду	0,12
По плотному снегу	0,20

Эксперимент №4.
Цель: выяснить зависимость коэффициента трения скольжения от относительной скорости тел.
Оборудование: деревянный брусок, лабораторный динамометр.
План работы:
1.Перемещать брусок по поверхности дерева равномерно с помощью динамометра на участке не менее 1 м.
2. Изменить скорость движения бруска несколько раз.
Вывод: в результате опыта мы увидели, что сила трения не изменялась в процессе движения, значит, коэффициент трения не зависит от скорости трущихся тел.
ПРИМЕЧАНИЕ. На практике зависимость от относительной скорости оказывается другой. Приведем пример из инженерного справочника.

Зависимость коэффициента трения скольжения различных материалов по стали от скорости (50-500 м/с = 180-1800 км/час).

	v, км/час					
	180	360	720	1080	1440	1800
Висмут	0,12	0,07	0,04	-	-	-
Сурьма	0,25	0,18	0,14	0,1	0,07	-
Сталь нержавеющая	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04
Медь	0,23	0,17	0,12	0,09	0,08	0,07
Карбид титана	0,22	0,16	0,11	0,08	0,06	0,05
Оксид алюминия	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,1
Сталь10	0,05	0,035	0,03	0,025	0,022	0,02

Можно заметить, что коэффициент трения зависит от относительной скорости скольжения. Для большинства материалов он уменьшается с увеличением этой скорости. В опытах, подобным нашему эксперименту обычно считают, что коэффициент трения скольжения не зависит от относительной скорости скольжения тела, потому что мы рассматриваем скорости много меньше 100 км/ч.

Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

Эксперимент №5.
Цель: выяснить зависимость коэффициента трения скольжения **от нагрузки**, если брусок лежит на поверхности стола, на грани **с большей площадью** поверхности.
Оборудование: динамометр лабораторный, деревянный брусок, набор грузов (вес каждого груза одинаков и равен 1Н)
План работы:
1.Измерить силу трения нагружая брусок 1, 2, 3 грузами соответственно, если брусок положить на поверхности стола гранью с большей площадью поверхности, перемещая для этого брусок равномерно с помощью динамометра.
2.Рассчитать коэффициент трения по формуле F=μ×N.

Число грузов	Общий вес бруска и грузов, P, Н	Сила трения, F, Н	Коэффициент трения μ
без груза	1 Н	0,2	0,2
1 груз (1Н)	2 Н	0,4	0,2
2 груза (2Н)	3 Н	0,7	0,23
3 груза (3Н)	4 Н	1	0,25

Вывод: по результатам эксперимента мы видим, что коэффициент трения скольжения не зависит от нагрузки на брусок, т. к. увеличивается сила трения скольжения в результате увеличения числа грузов, а именно при увеличении силы нормального давления на поверхность.

Эксперимент №6.
Цель: выяснить зависимость коэффициента скольжения от площади соприкосновения трущихся поверхностей.
Оборудование: динамометр лабораторный, деревянный брусок, набор грузов.
План работы:
1. Измерить силу трения нагружая брусок 1, 2, 3, грузами соответственно, если брусок лежит на поверхности стола, на грани **с меньшей площадью** поверхности, перемещая для этого брусок равномерно с помощью динамометра.
2. Рассчитать коэффициент трения по формуле F=μ×N.
3.Сравнить результаты с экспериментом №5.

Число грузов	Общий вес бруска и грузов, P, Н	Сила трения, F, Н	Коэффициент трения μ
без груза	1Н	0,2	0,2
1 груз (1Н)	2Н	0.4	0,2
2 груз (2Н)	3Н	0,7	0.23
3 груз (3Н)	4Н	0,9	0.225

Вывод: анализируя таблицы эксперимента №5 и №6, мы пришли к заключению, что результаты эксперимента практически одинаковые, значит, коэффициент трения скольжения от площади соприкосновения тел не зависит.
Примечание: надо отметить, что и сила трения скольжения также не зависит от площади соприкосновения трущихся тел.

Примечание: Все опыты в экспериментах повторялись по три раза и в таблицу записывались среднее арифметического значения результатов.

Дополнение
В результате знакомства с литературой по данной теме мы также убедились, что коэффициент трения скольжения зависит и от температуры.
Приведем пример из инженерного справочника.

Коэффициенты трения скольжения по льду, льда, эбонита и латуни в зависимости от темературы 0/-80°С при скорости 4 м/с.

Материалы	Температура, °С					
	0	-10	-20	-40	-60	-80
Лед	0,02	0,035	0,050	0,075	0,085	0,09
Эбонит	0,02	0,050	0,065	0,085	0,100	0,11
Латунь	0,02	0,075	0,085	0,115	0,140	0,15

Заключительная часть

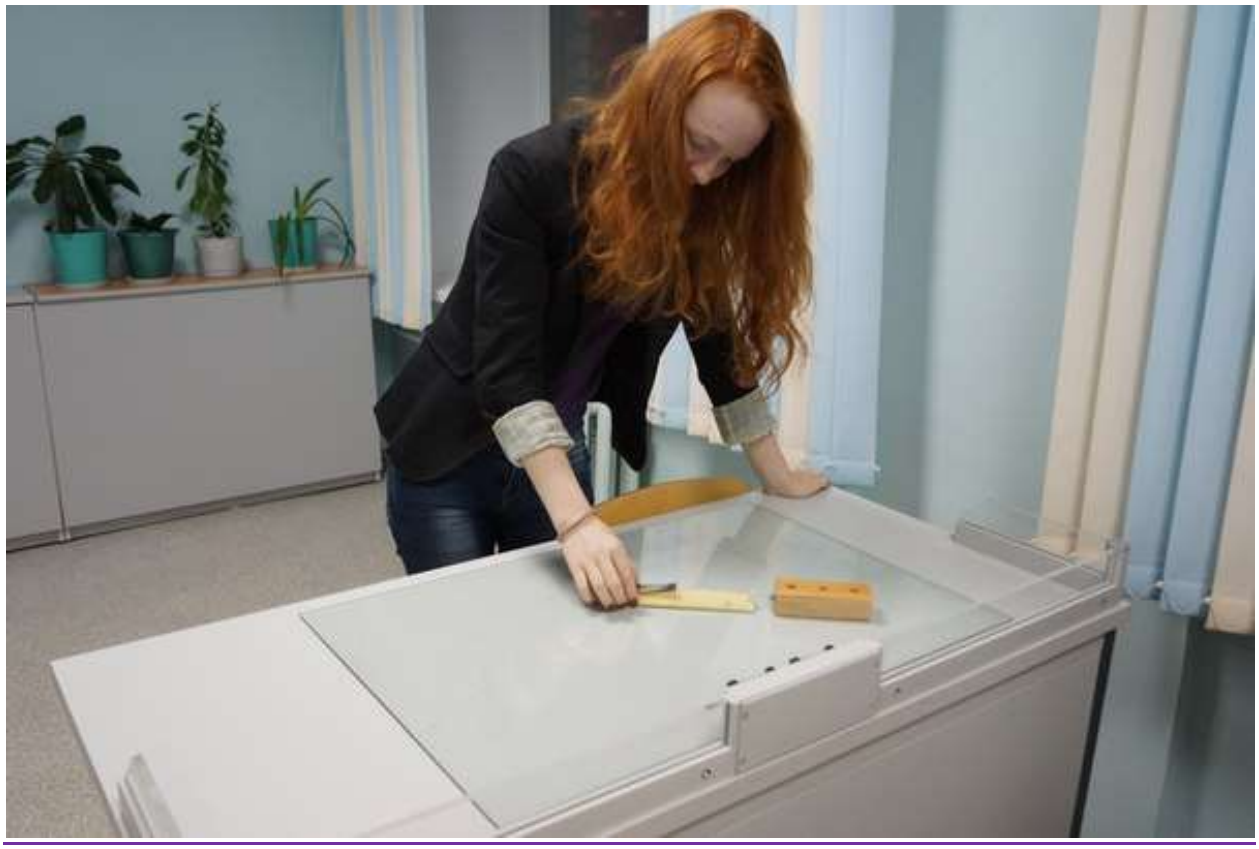
В своей работе мы поставили цель и выдвинули гипотезу зависимости коэффициента трения скольжения от внешних факторов. В ходе экспериментов и изучения литературы наши предположения подтвердились.
Мы думаем, что приведенные выше данные содержат лишь приближенную оценку зависимости коэффициента трения скольжения от некоторых факторов и поэтому пригодны лишь для приближенных технических расчетов.
Для более точного изучения, необходимо ставить особые эксперименты: в специальных лабораториях и на другом оборудовании.
Данная экспериментальная работа позволила нам сделать вывод, что коэффициент трения скольжения в зависимости от различных условий устанавливается экспериментально и утверждать, что он постоянный для двух конкретных поверхностей нельзя.
А еще мы узнали, что есть такая наука триботехника – наука о трении.

Список литературы:

1.Елькин В.И.“Необычные учебные материалы по физике”. “Физика в школе” библиотека журнала, №16, 2000.

2. *Детлаф А.А., Яворский Б.М*. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1989.
3. ru.wikipedia.org
4.Иосиф Ф. Коэффициенты трения. – Медио, 1962.

Приложение (фотографии)

Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/
1 тур
Возрастная номинация 11 класс