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 «Резонанс»
МБОУ СОШ № 12 г. Данилова
г. Данилов, Ярославская область

Исследовательское задание

Проведите исследование зависимости коэффициента трения от различных факторов (характера поверхности, внешних условий и т.д.)

План эксперимента:

1. Определить, зависит ли коэффициент трения от силы нормального давления.
2. Определить, зависит ли коэффициент трения от материала соприкасающихся тел: дерево по дереву, дерево по линолеуму, дерево по плохо обработанной древесине.
3. Определить, зависит ли коэффициент трения от площади соприкосновения бруска и поверхности.
4. Определить, изменится ли коэффициент трения дерева по дереву, если скольжение деревянного бруска заменить качением равного по массе деревянного цилиндра.
5. Определить, меняется ли коэффициент трения, при увеличении угла наклона поверхности, по которой скользит вверх груз.
6. Определить, меняется ли коэффициент трения, если между поверхностями нанесена смазка из воды, масла.

Опытно-экспериментальная часть.

Эксперимент № 1. Определение зависимости коэффициента трения от силы нормального давления.

Цель: определить, зависит ли коэффициент трения при скольжении деревянного бруска по деревянной поверхности от силы нормального давления.

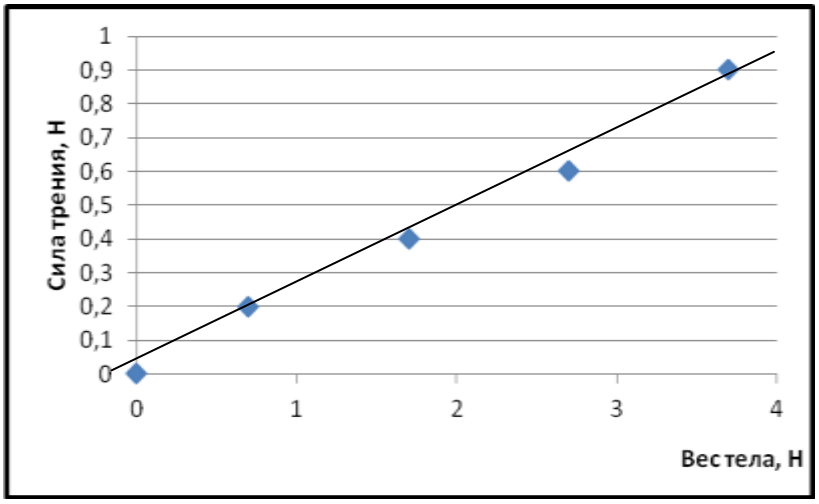
Оборудование: деревянный брусок, набор грузов массой по 100 г, динамометр, деревянная линейка.

Ход работы:

1. Определить вес бруска с помощью динамометра.
2. Положить брусок на деревянную линейку. Прицепить динамометр к бруску. Тянуть равномерно динамометр с грузом так, чтобы динамометр оставался параллельным деревянной линейке. Измерить силу трения на динамометре.
3. Повторить эксперимент, добавляя каждый раз по одному грузу.
4. Заполнить таблицу:

Номер опыта	Вес тела или сила нормального давления P, Н	Сила трения $F_{трения}$, Н	Коэффициент трения μ
1.	0, 7	0,2	0,24
2.	1,7	0,4	
3.	2,7	0,6	
4.	3,7	0,9	

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



5. Коэффициент трения μ определим по второй точке, более точно располагающейся на графике: $\mu = F_{тр}/P$= 0,4 Н / 1,7Н = 0,24

Вывод: практически все точки, соответствующие весу тела и зависящей от него силе трения, попали на одну прямую. Таким образом, делаем вывод, что сила трения прямо пропорциональна силе нормального давления и коэффициент пропорциональности во всех опытах одинаков, т.е. коэффициент трения скольжения не зависит от силы нормального давления.

Эксперимент № 2. Определение зависимости коэффициента трения от материала соприкасающихся тел.
Цель: определить, зависит ли коэффициент трения скольжения бруска от материала соприкасающихся тел.
Оборудование: деревянный брусок, набор грузов, динамометр, различные поверхности.
Ход работы:

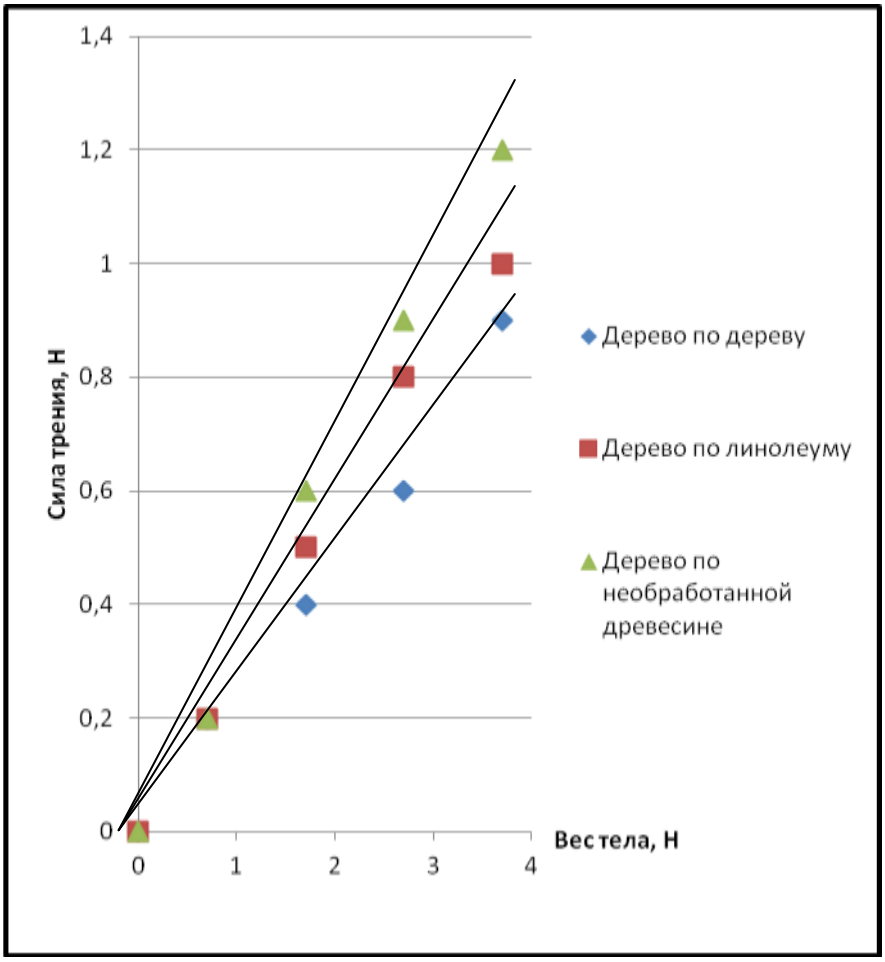
1. Определить вес бруска с помощью динамометра.
2. Положить брусок на деревянную линейку. Прицепить динамометр к бруску. Тянуть равномерно динамометр с грузом так, чтобы динамометр оставался параллельным деревянной линейке. Измерить силу трения на динамометре.
3. Повторить эксперимент, добавляя каждый раз по одному грузу.
4. Положить брусок на линолеум, повторить серию экспериментов.
5. Положить брусок на необработанную (шершавую) поверхность, повторить серию экспериментов.
6. Заполнить таблицу:

Материалы	Номер опыта	Вес тела или сила нормального давления P, Н	Сила трения $F_{трения}$, Н	Коэффициент трения μ
Дерево по дереву	1.	0, 7	0,2	0,24
	2.	1,7	0,4	
	3.	2,7	0,6	
	4.	3,7	0,9	
Дерево по линолеуму	1.	0, 7	0,2	0,29

	2.	1,7	0,5	
	3.	2,7	0,8	
	4.	3,7	1	
Дерево по шершавой поверхности (необработанное дерево)	1.	0, 7	0,2	0,33
	2.	1,7	0,6	
	3.	2,7	0,9	
	4.	3,7	1,2	

Расчеты коэффициентов трения:

1. Коэффициент трения дерева по дереву μ_1 определим по второй точке, более точно располагающейся на графике: $\mu_1 = F_{тр}/P$= 0,4 Н / 1,7Н = 0,24
2. Коэффициент трения дерева по линолеуму μ_2 определим по второй точке, более точно располагающейся на графике: $\mu_2 = F_{тр}/P$= 0,5 Н / 1,7Н = 0,29
3. Коэффициент трения дерева по необработанной древесине μ_3 определим по третьей точке, более точно располагающейся на графике: $\mu_3 = F_{тр}/P$= 0,9 Н / 2,7Н = 0,24



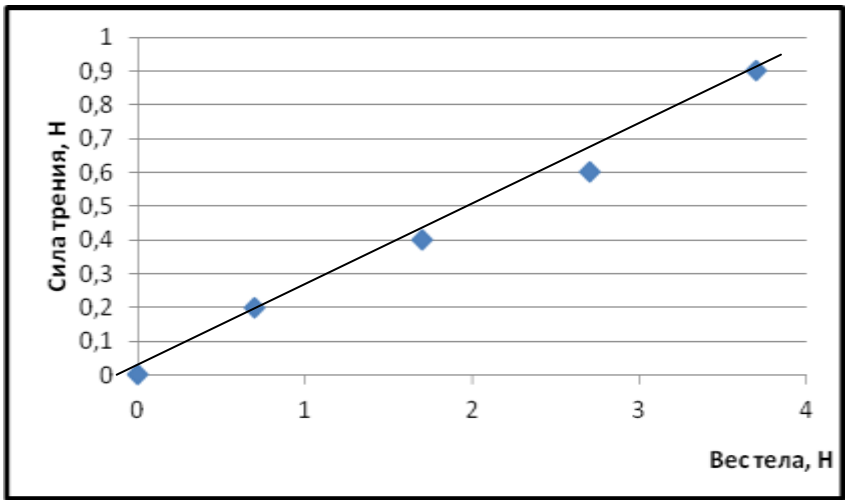
Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

Вывод: коэффициенты трения в каждом случае получились разные: самый большой при скольжении дерева по необработанной древесине 0,33, меньше дерева по линолеуму 0,29, самый маленький дерева по гладкой древесине 0,24. Значит, коэффициент трения скольжения зависит от материалов соприкасающихся тел.

Эксперимент № 3. Определение зависимости коэффициента трения от площади соприкосновения тел.
Цель: определить, зависит ли коэффициент трения при скольжении деревянного бруска по деревянной поверхности от площади соприкосновения тел.
Оборудование: деревянный брусок, набор грузов, динамометр, деревянная линейка.
Ход работы:

1. Определить вес бруска с помощью динамометра.
2. Положить брусок на деревянную линейку. Прицепить динамометр к бруску. Тянуть равномерно динамометр с грузом так, чтобы динамометр оставался параллельным деревянной линейке. Измерить силу трения на динамометре.
3. Повернуть брусок на другую грань, повторить эксперимент.
4. Повернуть брусок на третью грань, повторить эксперимент.
5. Заполнить таблицу:

Номер серии	Номер опыта	Вес тела или сила нормального давления P, Н	Сила трения $F_{трения}$, Н	Коэффициент трения μ
I серия (первая грань)	1.	0, 7	0,2	0,24
	2.	1,7	0,4	
	3.	2,7	0,6	
	4.	3,7	0,9	
II серия (вторая грань)	1.	0, 7	0,2	0,24
	2.	1,7	0,4	
	3.	2,7	0,6	
	4.	3,7	0,9	
III серия (третья грань)	1.	0, 7	0,2	0,24
	2.	1,7	0,4	
	3.	2,7	0,6	
	4.	3,7	0,9	



Коэффициент трения вычислили по четвертой точке графика: $\mu = F_{тр}/P = 0{,}9$ Н / 3,7Н = 0,24.
Вывод: коэффициент трения скольжения не зависит от площади соприкосновения взаимодействующих тел.

Эксперимент № 4. Определение коэффициента трения дерева по дереву, если скольжение деревянного бруска заменить качением равного по массе деревянного цилиндра.
Цель работы: определить, изменится ли коэффициент трения дерева по дереву, если скольжение деревянного бруска заменить качением равного по массе деревянного цилиндра.
Оборудование: деревянный брусок, набор грузов, динамометр, деревянный цилиндр массой, равной массе бруска, деревянная линейка.
Ход работы:

1. Определить вес бруска с помощью динамометра.
2. Положить брусок на деревянную линейку. Прицепить динамометр к бруску. Тянуть равномерно динамометр с грузом так, чтобы динамометр оставался параллельным деревянной линейке. Измерить силу трения на динамометре.

3. Повторить эксперимент с деревянным цилиндром, равным по весу деревянному бруску.
4. Заполнить таблицу:

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

Опыт	Масса m, кг	Вес тела P = mg, Н	Сила трения $F_{тр}$, Н	Коэффициент трения
С деревянным бруском	0,09	0,9	0,2	0,22
С деревянным цилиндром	0,09	0,9	0,05	0, 056

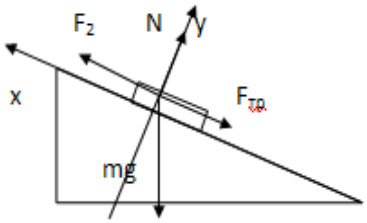
Расчет коэффициента трения скольжения: $\mu_1 = F_{тр}/P$= 0,2Н / 0,9Н = 0,22.
Расчет коэффициента трения качения: $\mu_2 = F_{тр}/P$= 0,05 Н / 0,9Н = 0,056.
Вывод: коэффициент трения скольжения и коэффициент трения качения для одинаковых материалов соприкасающихся тел различны. Коэффициент трения скольжения дерева по дереву 0,22; коэффициент качения дерева по дереву 0,056.

Эксперимент № 5. Определение зависимости коэффициента трения от угла наклонной плоскости, по которой скользит вверх тело.
Цель работы: определить, меняется ли коэффициент трения, при увеличении угла наклона поверхности, по которой скользит вверх груз.
Оборудование: деревянный брусок и линейка, штатив, динамометр, транспортир.
Ход работы:

1. Определить вес бруска с помощью динамометра.
2. Положить брусок на деревянную линейку. Прицепить динамометр к бруску. Тянуть равномерно динамометр с грузом так, чтобы динамометр оставался параллельным деревянной линейке. Измерить силу тяги на динамометре.
3. Провести подобные эксперименты при подъеме тела по наклонной плоскости с углом наклона 30°, 45°, 60°.

4. Заполнить таблицу:

Движение	Номер опыта	Вес тела, Н	Сила тяги $F_{тяги}$, Н	Коэффициент трения μ
Скольжение	1. 0°	0,9	0,2	0,24
	2. 30°	0,9	0,6	0,23
	3. 45°	0,9	0,8	0,26
	4. 60°	0,9	0,9	0,3



По второму закону Ньютона:
В проекциях на координатные оси:
Ox: $F_{тяги} - F_{тр} - mg \sin \alpha = 0$;
Oy: $N - mg \cos \alpha = 0$.
Из второго уравнения: $N = mg \cos \alpha$. Тогда сила трения:
$F_{тр} = \mu N = \mu\, mg \cos \alpha$. Подставим последнее выражение в первое уравнение:
$F_{тяги} - \mu\, mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = 0$; выразим коэффициент μ:
$\mu = (F_{тяги} - mg \sin \alpha) : (mg \cos \alpha)$
Вывод: коэффициент трения в каждом случае примерно одинаков, т.е. коэффициент трения не зависит от угла наклона плоскости, по которой скользит тело.

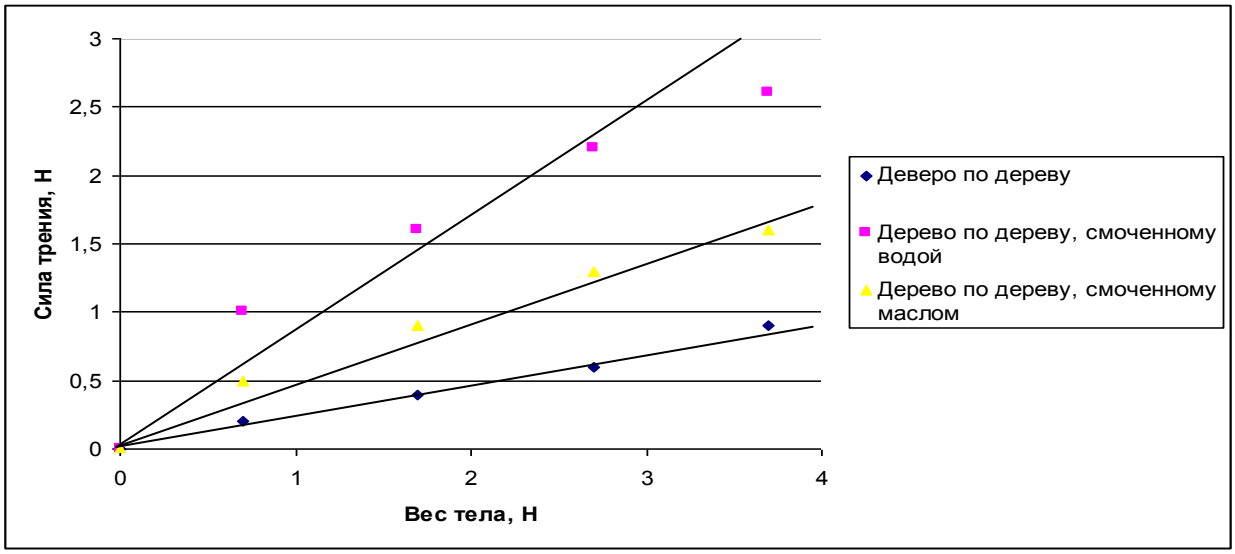
Эксперимент № 6. Определение зависимости коэффициента трения, если между поверхностями нанесена смазка из воды, масла.
Цель работы: определить изменение коэффициента трения, если между поверхностями нанесена смазка из воды, масла.
Оборудование: деревянный брусок, набор грузов массой по 100 г, деревянная линейка, динамометр, вода, масло, кисточка.
Ход работы:

1. Определить вес бруска с помощью динамометра.
2. Положить брусок на деревянную линейку. Прицепить динамометр к бруску. Тянуть равномерно динамометр с грузом так, чтобы динамометр оставался параллельным деревянной линейке. Измерить силу тяги на динамометре.
3. Повторить эксперимент, добавляя каждый раз по одному грузу массой по 100 г.
4. Нанести на поверхность слой воды, повторить серию экспериментов.
5. Нанести на другую деревянную поверхность слой масла, повторить серию экспериментов.

6. Заполнить таблицу:

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

Название серии	Номер опыта	Вес тела или сила нормального давления P, Н	Сила трения $F_{трения}$, Н	Коэффициент трения μ
Дерево по дереву	1.	0, 7	0,2	0,24
	2.	1,7	0,4	
	3.	2,7	0,6	
	4.	3,7	0,9	
Дерево по дереву, смоченному водой	1.	0, 7	1,3	0,81
	2.	1,7	1,7	
	3.	2,7	2,2	
	4.	3,7	2,6	
Дерево по дереву, смоченному маслом	1.	0, 7	0,7	0,48
	2.	1,7	0,9	
	3.	2,7	1,3	
	4.	3,7	1,6	



Расчеты коэффициентов трения:
Коэффициент трения дерева по дереву μ_1 определим по четвертой точке, более точно располагающейся на графике: $\mu_1 = F_{тр}/P$= 0,9 Н / 3,7Н = 0,24.
Коэффициент трения дерева по линолеуму μ_2 определим по третьей точке, более точно располагающейся на графике: $\mu_2 = F_{тр}/P$= 2,2 Н / 2,7Н = 0,81.
Коэффициент трения дерева по необработанной древесине μ_3 определим по третьей точке, более точно располагающейся на графике: $\mu_3 = F_{тр}/P$= 1,3 Н / 2,7Н = 0,48.

Вывод: коэффициент трения зависит от вещества, нанесенного в виде смазки между поверхностями. Однако в этом эксперименте мы получили совсем неожиданный результат. Мы привыкли, что жидкости употребляются как смазка между трущимися поверхностями, а значит, коэффициент жидкого трения должен быть меньше трения сухого скольжения. Но в нашем эксперименте коэффициент трения дерева по дереву, смоченному и маслом, и водой

оказался больше коэффициента сухого трения. Дерево очень хорошо смочилось и водой, и маслом, поэтому возникли силы молекулярного притяжения между молекулами жидкости и молекулами дерева. Это проявилось и в том, что сила тяги динамометра (соответственно и сила трения) выросла, особенно при движении деревянного бруска по деревянной поверхности, смоченной водой.

Общий вывод ко всей серии экспериментов:
В результате исследования мы обнаружили зависимость коэффициента трения от материала обоих соприкасающихся поверхностей, от наличия жидкости между трущимися поверхностями, от изменения вида движения, когда скольжение заменяют качением.

Мы не обнаружили зависимость коэффициента трения от площади соприкосновения трущихся поверхностей, от угла наклона плоскости, по которой скользит тело и от силы нормального давления.