



Урок 62. Трение и подошва обуви

Листы ученика. Ответы и примечания учителю — в отдельной части.

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 62 из 64 · 45 минут · Модуль «Объединяем науки»

Уровень: Базовый исследовательский. 8 класс - работа с формулами и опорами; 9 класс - самостоятельная проверка условий и ограничений.

Вся программа курса

Один образец лучше держится на сухой поверхности, другой - на влажной. Можно ли объявить «лучшую подошву» по одному испытанию?

Проверяемый результат:

Рассчитать коэффициент трения покоя по повторным измерениям, отдельно исследовать скольжение и ограничить вывод условиями настольной модели.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

Две карточки обещают «сильное сцепление» материалов А и Б, но не сообщают, на какой поверхности его проверяли. За 2 минуты сформулируйте измеряемый показатель; за 2 назовите одинаковые условия; за 1 предположите, может ли порядок образцов измениться при увлажнении. Проверка не является испытанием безопасности настоящей обуви.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

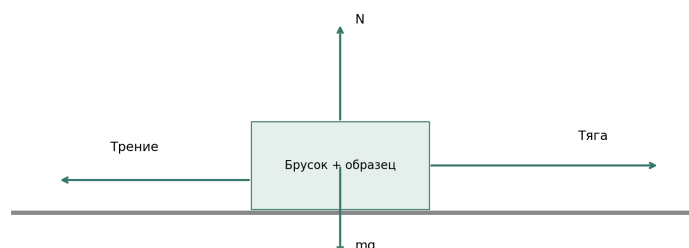
При неподвижном контакте сила трения покоя подстраивается к приложенной силе до некоторого предела $F_{\max}$. В модели $F_{\max} = \mu_s N$. При равномерном скольжении горизонтальная тяга уравнивает трение скольжения: $F_{\text{ск}} = \mu_k N$. Это разные режимы и коэффициенты. На горизонтальном столе при горизонтальной тяге $N = mg$. Если тянуть вверх под углом, N меняется, и прежний расчёт уже неверен.

Пример: общая масса 0,50 кг, $g = 10 \text{ м/с}^2$, поэтому $N = 5,0 \text{ Н}$. Максимальная тяга перед началом движения в трёх повторах 2,8; 3,0; 3,2 Н. Среднее 3,0 Н, $\mu_s = 3,0/5,0 = 0,60$, безразмерно. Половина размаха силы 0,2 Н описывает разброс серии, но не всю погрешность метода. Постоянное усилие после начала скольжения нужно записывать отдельно.

3 минуты - два режима; 3 - расчёт; 3 - направление тяги и ограничения.

Разделяем измерение перед сдвигом и при скольжении

$$m = 0,50 \text{ кг}; N = mg = 5,0 \text{ Н}; g = 10 \text{ м/с}^2$$



Настольная модель: горизонтальная тяга, реакция опоры N и вес mg . Силу непосредственно перед сдвигом и силу при равномерном скольжении записывают в разные столбцы. Испытание людей и мокрого пола не проводится.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Условие	Fmax 1, Н	Fmax 2, Н	Fmax 3, Н
А, сухо	2,8	3,0	3,2
Б, сухо	2,1	2,2	2,3
А, влажно	1,4	1,5	1,6
Б, влажно	1,8	1,9	2,0

Учебные данные для одной поверхности, массы 0,50 кг и горизонтальной тяги. Влажные серии уже предоставлены, их не повторяют в классе. 2 минуты - разделите условия; 4 - найдите средние и μ_s ; 3 - сравните порядок материалов; 2 - запишите вывод с условиями. Продукт: четыре коэффициента и два сравнения. Критерии: используется общая масса, режим не назван скольжением, влажность учтена.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Для А на сухой поверхности при равномерном скольжении записаны 2,3; 2,4; 2,5 Н. Масса 0,50 кг. В новой серии масса стала 0,80 кг; модель предполагает тот же μ_k . За 3 минуты найдите μ_k ; за 3 спрогнозируйте тягу для новой массы; за 2 объясните, почему подставлять $\mu_s=0,60$ в эту задачу нельзя. Продукт: расчёт и прогноз с условием.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

2 минуты - оцените «чем глубже рисунок подошвы, тем всегда больше трение»; 3 - предложите сравнение, которое отделит рисунок от материала и нагрузки; 2 - напишите критерий честной рекламной формулировки по данным.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

Брусек общей массой 0,60 кг начинает двигаться при горизонтальной тяге 2,7 Н. За 3 минуты найдите N и μ_s ; укажите режим трения и одно условие сравнения. 1 минута - сверка, 1 - исправление; четыре критерия по 1 баллу.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Учебные записи измерений, схема, калькулятор. Предпосылки: сила тяжести, реакция опоры, среднее арифметическое. Основной вариант - анализ готовых данных. Дополнительная сухая демонстрация учителя: маленький брусок с закреплённым образцом, суммарная масса 0,50 кг, горизонтальная нить и школьный динамометр, поддон на столе; движение медленное и короткое. Не тянуть человека, не испытывать обувь на ребёнке, не мочить пол, не работать у края стола. 8 класс получает формулу; 9 класс оценивает повторяемость и перенос на другие условия.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Все тексты, рисунки и данные включены. Без регистрации: распечатайте ученическую часть PDF или используйте доску. Ответы открывайте после самостоятельной попытки. Минуты включают чтение, записи и переходы. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: разобрать пример повторно; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение модели. Это обратная связь, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

Средние $F_{\max}$: 3,0; 2,2; 1,5; 1,9 Н. μ_s : 0,60; 0,44; 0,30; 0,38. В сухой серии А выше Б, во влажной Б выше А. Для А при увлажнении коэффициент уменьшился вдвое; для Б - примерно на 13,6%. Вывод относится к данной поверхности и заданной процедуре; не ко всем условиям эксплуатации.

Ответ и объяснение практики 2

Среднее $F_{\text{ск}}=2,4$ Н; $\mu_k=2,4/5=0,48$. Для массы 0,80 кг $N=8$ Н, тяга при равномерном скольжении $0,48 \cdot 8=3,84$ Н. μ_s характеризует предел перед сдвигом, не установившееся скольжение. Постоянство μ_k - допущение; его проверяют отдельной серией, а не объявляют доказанным прогнозом.

Опора для обсуждения

В таблице не контролировали рисунок отдельно, поэтому его эффект не установлен. Нужны образцы одного материала с разным рисунком при одинаковых массе, поверхности и режиме. Корректно: «в заданной сухой серии А имело больший μ_s »; некорректно: «А никогда не скользит». Геометрия контакта, вода и загрязнение могут менять результат.

Ключ и критерии индивидуальной работы

$N=0,60 \cdot 10=6,0$ Н; $\mu_s=2,7/6=0,45$. Измеряется предел трения покоя, а не трение скольжения. Сравнивают при одинаковой поверхности, температуре/влажности и горизонтальной тяге; достаточно одного названного условия. Четыре критерия по 1 баллу.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Трение в природе и жизнедеятельности	Сравнивает контактные материалы	Не переносит результат без условий
Занятие №10: коэффициент трения подошвы	Обрабатывает безопасные настольные серии	Различает μ_s и μ_k

Опора - раздел «Объединяем науки» опубликованной программы на 64 часа. Это самостоятельный урок на 45 минут. Подробный сценарий, распределение времени и учебные числовые серии - методическая разработка. Предоставленные данные не выдаются за опыт, проведённый авторами или этим классом.

[Исходная программа](#)

Источники и права на изображения

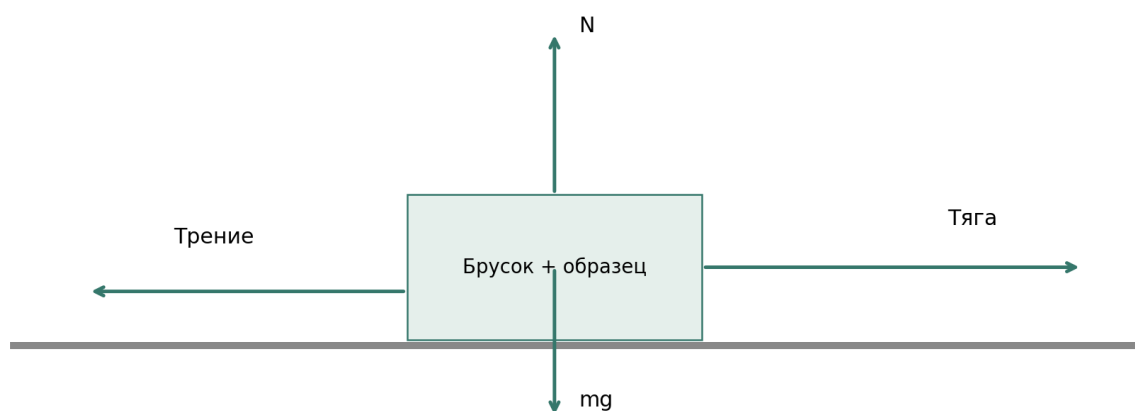
[OpenStax: трение покоя и скольжения](#)

Источники проверены 15.10.2026. Числовые наборы и графики - учебные модели, не результаты проведённых авторами опытов. Оригинальные схемы подготовлены порталом «Школы России» для этого урока, не являются фотографиями. Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Разделяем измерение перед сдвигом и при скольжении

$$m = 0,50 \text{ кг}; N = mg = 5,0 \text{ Н}; g = 10 \text{ м/с}^2$$



Настольная модель: горизонтальная тяга, реакция опоры N и вес mg . Силу непосредственно перед сдвигом и силу при равномерном скольжении записывают в разные столбцы. Испытание людей и мокрого пола не проводится.