



Урок 48. Система подъёмных блоков

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

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 48 из 64 · 45 минут · Модуль «Эксперименты по физике: сила и перемещение»

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

Вся программа курса

Одна система позволяет тянуть слабее другой. Почему при этом приходится вытягивать больше верёвки?

Проверяемый результат:

По числу несущих ветвей и данным измерений рассчитать силу, перемещение и КПД; проверить отсутствие выигрыша в работе.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

В идеальной модели груз весом 40 Н поддерживают две вертикальные ветви одной лёгкой нити. Натяжение каждой одинаково. Чтобы поднять груз на 0,20 м, свободный конец вытягивают на 0,40 м.

1 минута - найдите несущие ветви на рисунке; 2 - объясните, почему сила на свободном конце не 40 Н; 2 - проверьте, можно ли получить энергию из ничего.

02. Объяснение и разобранный пример

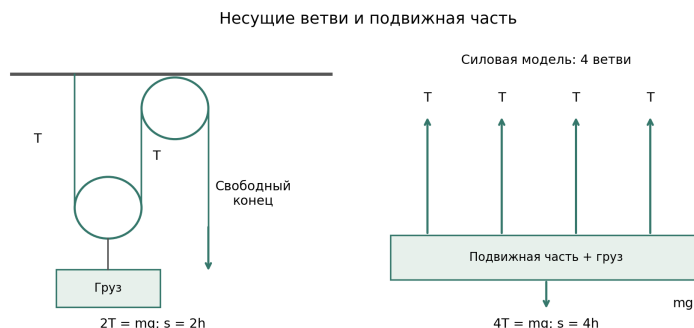
5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Идеальная нить невесома и нерастяжима, блоки без трения, движение равномерно. При n параллельных несущих ветвях $nT = mg$, а сила на свободном конце $F = T$. Для подъёма на h каждая из n ветвей укорачивается на h , поэтому вытягивается $s = nh$. Произведение $F \cdot s = (mg/n) \cdot nh = mgh$. Выигрыш в силе сопровождается проигрышем в перемещении.

Разобранный пример: $m = 4$ кг, $n = 2$, $h = 0,20$ м. $F = 20$ Н, $s = 0,40$ м, работа 8 Дж; энергия груза тоже $4 \cdot 10 \cdot 0,20 = 8$ Дж. Неподвижный блок меняет направление тяги, но сам по себе не добавляет несущую ветвь подвижной части.

В реальной системе часть работы передаётся другим телам и рассеивается. Если полезным результатом считают подъём одного груза, $\eta = mgh / (F_{\text{ср}} \cdot s)$. Здесь $F_{\text{ср}}$ - средняя по пути сила тяги. Масса подвижной обоймы тоже требует энергии, но не обязательно входит в полезный результат.

На 9 минут: 3 - подсчёт ветвей, 3 - пример, 2 - реальные потери, 1 - единицы. Формулы $nT = mg$ и $s = nh$ применяются к показанной схеме с параллельными ветвями, а не к произвольной системе блоков.



Слева: путь нити для одного подвижного блока и одного неподвижного направляющего. Справа: силовая модель подвижной части с четырьмя несущими ветвями; это не монтажная инструкция.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Учебные идеальные системы: один груз 6 кг, подъём равномерный на 0,30 м. Схемы показывают две либо четыре несущие ветви; масса подвижных частей принята нулевой.

Система	n	Найти F, s, работу
А	2	Три величины
Б	4	Три величины

2 минуты - подпишите силы на подвижной части; 4 - рассчитайте F и s; 3 - проверьте обе работы; 2 - объясните отличие. 8 класс сопоставляет пары F,s; 9 класс повторяет расчёт для добавленной обоймы массой 1 кг. Продукт: две схемы и сравнительная таблица. Критерий: считаются ветви, поддерживающие подвижную часть, не все отрезки рисунка.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Реальная учебная серия: груз 4 кг поднят на 0,50 м четырьмя ветвями. Свободный конец прошёл 2,00 м, средняя по пути сила 12,5 Н. При повторе с тем же грузом измерены $h=0,50$ м, $s=2,00$ м, $F_{ср}=10$ Н.

1 минута - выделите полезный результат; 3 - найдите КПД первого опыта и недостающую энергию; 2 - оцените второй; 2 - сформулируйте, чего нельзя узнать из одного КПД. 8 класс получает формулу; 9 класс разбирает возможный вклад обоймы. Продукт: два энергетических баланса.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

2 минуты: сравните предложения «добавить блоки всегда выгодно» и «выбор зависит от ограничений». 3 минуты: защитите одну систему данными силы и хода верёвки; другая пара укажет ограничение. 2 минуты: запишите выбор, если допустимы 20 Н и ход верёвки не более 1,5 м для подъёма груза 6 кг на 0,30 м.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

Идеальная система с четырьмя вертикальными несущими ветвями поднимает груз 8 кг на 0,25 м. Найдите силу, путь свободного конца и работу. Назовите одно идеализирующее условие. 3 минуты - ответ, 2 - сверка.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Линейка, бумага, калькулятор, схемы. Предпосылки: сила, работа $F \cdot s$, потенциальная энергия. $g=10 \text{ м/с}^2$. Работа выполняется на бумаге по готовым сериям; подвешивать грузы над людьми, собирать самодельный подъёмник и поднимать человека не нужно. 8 класс получает подсчёт несущих ветвей; 9 класс учитывает массу подвижного блока и КПД.

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 показывайте 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 критерии обратной связи, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

А: $F=60/2=30 \text{ Н}$, $s=0,60 \text{ м}$, $A=18 \text{ Дж}$. Б: $F=15 \text{ Н}$, $s=1,20 \text{ м}$, $A=18 \text{ Дж}$. При обойме 1 кг поднимаются 7 кг: силы 35 и 17,5 Н, работы по 21 Дж. Энергия одного груза остаётся 18 Дж; остальные 3 Дж - подъём обоймы даже без трения.

Ответ и объяснение практики 2

Полезная энергия 20 Дж. Первая работа 25 Дж, $\eta=0,80=80\%$, разность 5 Дж включает подъём прочих деталей и потери. Вторая работа 20 Дж, $\eta=100\%$ в пределах учебных чисел: это предельная идеализация, а не подтверждение отсутствия всех потерь у реального устройства. По одному η нельзя разделить трение и подъём обоймы. Для этого нужны её масса и отдельные измерения.

Опора для обсуждения

В идеальной задаче система Б подходит: 15 Н и 1,20 м, система А требует 30 Н. Но реальное устройство может потребовать большей силы. Дополнительные блоки увеличивают путь тяги и могут добавлять потери. Выбор нельзя делать по числу блоков без схемы и измерений.

Ключ и критерии индивидуальной работы

$F=80/4=20 \text{ Н}$; $s=4 \cdot 0,25=1,00 \text{ м}$; $A=20 \text{ Дж}=mgh$. Четыре балла: сила, путь, баланс работы, условие отсутствия трения или массы подвижных частей.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Системы блоков	Подсчитывает несущие ветви	Связывает силу и перемещение
Работа №14: сложная система подъёмных блоков	Сравнивает идеальные и реальные данные	Проверяет энергетический баланс и КПД

Опора - раздел «Эксперименты по физике» опубликованной программы на 64 часа. Это самостоятельный урок на 45 минут. Учебные данные, подробный сценарий и распределение времени - методическая разработка. Анализ подготовленных серий и бумажных моделей не выдаётся за проведение опыта на занятии.

Исходная программа

Источники и права на изображения

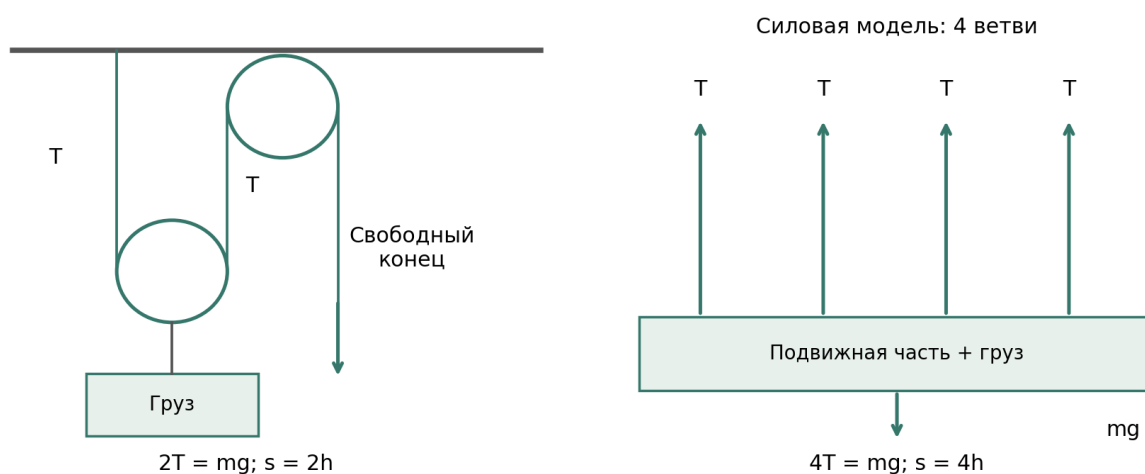
OpenStax: простые механизмы

OpenStax: теорема о работе и энергии

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

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Несущие ветви и подвижная часть



Слева: путь нити для одного подвижного блока и одного неподвижного направляющего. Справа: силовая модель подвижной части с четырьмя несущими ветвями; это не монтажная инструкция.