

§39. Изучаем машины и механизмы



Прочитайте текст. Со всем ли вы согласны? Всегда ли требуется энергия для выполнения работы? Всегда ли совершается работа при энергетических затратах?

Мы говорим, что энергия есть нечто, необходимое для совершения определенного количества работы и получаемое из топлива, а топливо – это источник полезной энергии. Но не всякое дело и не каждая машина требуют затраты топлива. Для каких же работ оно все-таки необходимо? Нужно ли нам топливо, чтобы создать или поддерживать большое усилие или быстрое движение? Для работы винта не требуется больших затрат топлива. Можно создавать огромную силу практически без затраты топлива и уж, конечно, без пропорциональности его расхода величине силы или времени ее действия. Груз, лежащий на подпорке, создает «бесплатную» силу до тех пор, пока остается на ней. Тяжелый поршень, сжимающий газ в цилиндре, неопределенно долго может поддерживать высокое давление, не требуя «платы» за это. Не требует топлива и равномерное движение, оно продолжается само по себе: планеты и молекулы газа остаются в движении без затраты топлива.

Для того, чтобы книга лежала на столе, энергия не требуется. Нужна ли энергия для того, чтобы держать книгу на вытянутой руке? Биолог, скорее всего, ответит на этот вопрос утвердительно. Вместе с тем, в любом учебнике физики вы прочитаете, что механическая работа при этом не совершается. Как разрешить это противоречие?

Издавна люди использовали различные машины и механизмы для совершения работы. На кружке мы решили выяснить, по каким признакам можно сравнить разные машины. На схеме можно посмотреть результат обсуждения.



Поговорим об одной важной характеристике – коэффициенте полезного действия (КПД). Смысл КПД состоит в том, что вычисляется, какую долю от затраченной энергии составляет полезная работа (энергия). Ясно, что КПД должно быть меньше 1, так как всегда есть какие-то потери энергии. КПД можно выразить в процентах – тогда полученную долю надо умножить на 100%. В этом случае КПД должен быть меньше 100%.

Пример 1. На газовой горелке вскипятили чайник с водой. Тепло, которое выделяется при сгорании газа – это затраченная энергия ($Q_{\text{затр}}$). Количество теплоты, которое получила вода – полезная энергия ($Q_{\text{пол}}$). Понятно, что $Q_{\text{затр}} > Q_{\text{пол}}$. Куда делась оставшаяся энергия понять нетрудно: пошла на нагревание плиты, воздуха, чайника и т.п.

Пример 2. Лифт поднимает груз. Затраченная электрическая энергия $W_{\text{затр}}$ больше, чем полезная работа по поднятию груза $A_{\text{пол}}$. Часть энергии потерялась на трение, нагревание проводов электрическим током и др.

Аня: чем большую работу совершает машина, тем лучше.

Борис: так нельзя сравнить две машины могут совершать одну и ту же работу за разное время, надо сравнивать по мощности.

Валентин: надо смотреть, сколько придется затратить энергии для совершения этой работы, чем меньше затраты, тем лучше.

Глеб: самое главное КПД две машины могут потреблять одну и ту же энергию, но совершать разную работу.

Прочитайте отчет учеников и проверьте их вычисления.



Мы решили сравнить между собой различные моторчики. Для этого мы поднимали с их помощью разные грузы. Максимальный вес груза, который могли поднять моторчики, отличался, поэтому сравнить их оказалось не так-то просто!

Пример. Сила, с которой тянет моторчик, равна весу $P = 0,4$ Н. Груз подняли на высоту $h = 1$ м за 1,5 с.

Полезная работа: $A = 0,4$ Н·1 м = 0,4 Дж.

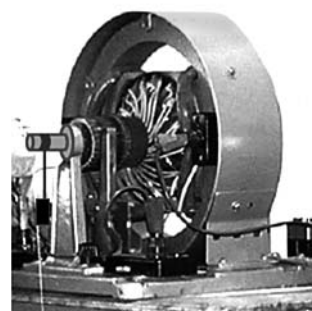
Затраченную энергию рассчитал учитель: $W = 2,1$ Дж.

Мощность измеряется скоростью выполнения работы:

$$N = \frac{0,4 \text{ Н}}{1,5 \text{ с}} \approx 0,27 \text{ Вт};$$

$$\text{КПД} = \frac{\text{Работа полезная}}{\text{Энергия затраченная}} \cdot 100\%;$$

$$\eta = \frac{0,4 \text{ Дж}}{2,1 \text{ Дж}} \cdot 100\% \approx 19\%.$$



Дополните таблицу и ответьте на вопросы. Какой моторчик обладает большей мощностью? Какой моторчик дает бóльшую экономию электрической энергии? Какой моторчик вы выберете, чтобы поднять груз быстрее всего, если его вес: а) 120 Г; б) 0,02 Н?



№ моторчика	Максимальный вес груза, Р, Н	Высота, h, м	Время, t, с	Скорость, v, м/с	Работа полезная, А, Дж	Мощность полезная, N, Вт	Энергия затраченная, W, Дж	КПД, η, %
1	0,40	1,0	1,5		0,40	0,27	2,1	19,0
2	6,00	0,7	4,2				42	
3	2,00	1,4	1,0				7	

Решите задачи с учетом КПД.



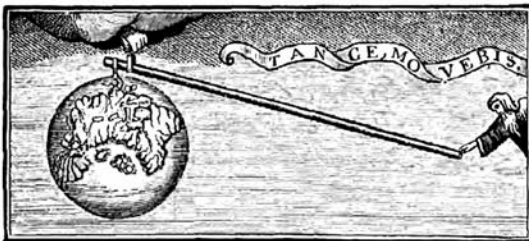
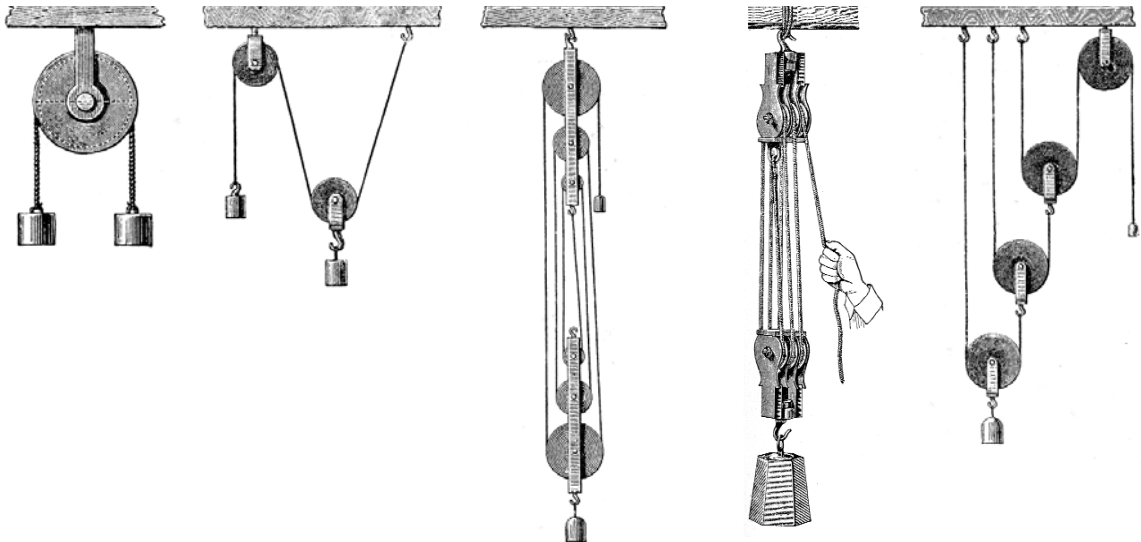
Из курса «Природоведение» вы знаете, что для увеличения силы человек изобрел множество простых механизмов – рычаги, блоки и др.



Вспомнить про работу простейшего рычага вам поможет компьютерная демонстрация «Рычаги в быту».



На рисунках показаны неподвижный блок, подвижный блок, разные конструкции полиспастов. Воспользуйтесь блоками в кабинете физики и определите выигрыш в силе, который можно получить с помощью этих конструкций.

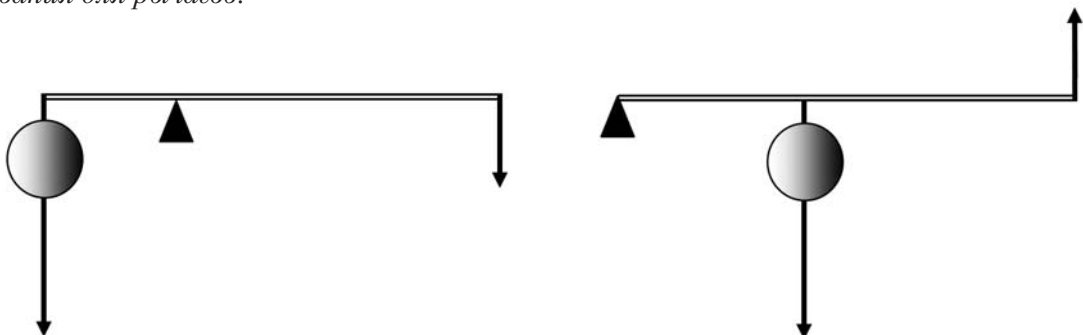


Одна из самых известных легенд об **Архимеде** изображена на этом рисунке. Знаменитый грек из Сиракуз построил множество машин, которые увеличивали силу человека. Уверенный в возможностях рычага, **Архимед** объявил: если бы была другая Земля, на которую можно было встать, он мог бы сдвинуть с места нашу Землю.

Возможны две конструкции рычага.



Посмотрите на рисунок и объясните, в чем разница между рычагами. Придумайте названия для рычагов.



Ребята придумали для них такие названия: двусторонний и односторонний рычаги. По-научному их называют иначе: рычаги I-го и II-го родов.

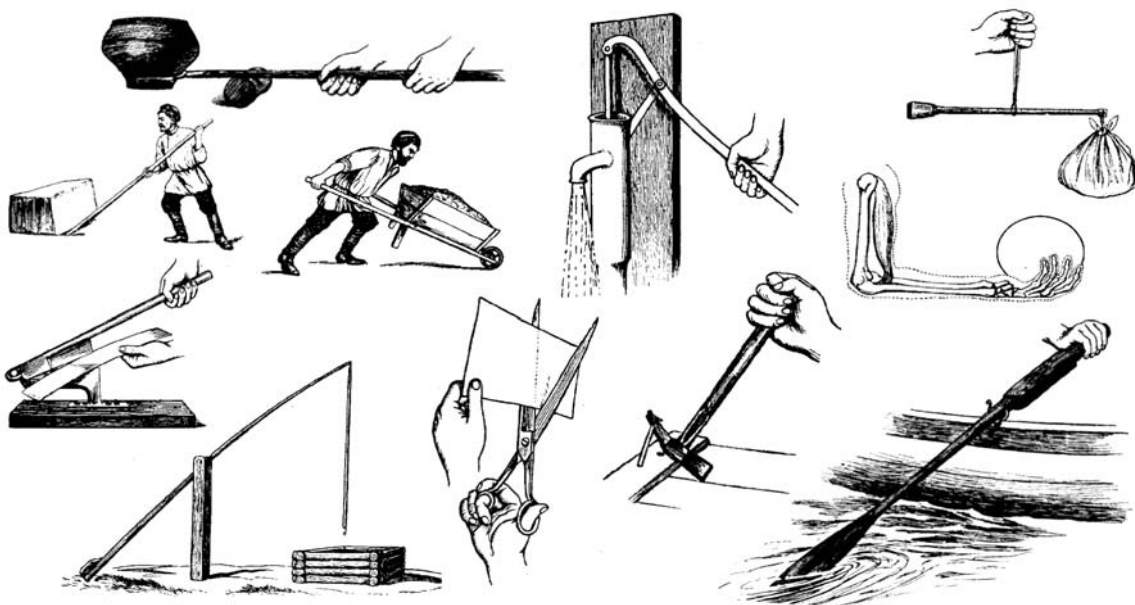


Сделайте модель двустороннего рычага с помощью линейки. Докажите, что с помощью легкого ластика можно поднять более тяжелый предмет (например, перочинный

ножик или стальной цилиндр). Для того чтобы предметы не скользили, можете использовать в качестве ограничителей большие скрепки, надетые на линейку. С этой же целью можно воспользоваться маленькими наклепками из пластилина.

Измените конструкцию так, чтобы линейка стала односторонним рычагом. Один конец линейки привяжите к тонкой резинке. Проследите за изменением растяжения резинки при перемещении груза вдоль линейки. Где следует размещать груз, чтобы уменьшить усилие при подъеме тяжести?

Рассмотрите различные приспособления на рисунках из старинного учебника физики. Определите, где используются односторонние, а где двусторонние рычаги. Во всех случаях найдите точки опоры и покажите, за счет чего происходит ослабление или усиление силы. Покажите, как можно превратить односторонний рычаг в двусторонний и наоборот.



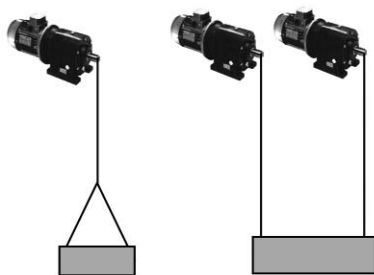
С помощью простого правила можно заранее предсказать выигрыш в силе, который дает рычаг. Откройте его с помощью игры «Равноплечий рычаг».



Если вы уже знаете правило рычага, умеете вычислять объем тел и их массу по плотности, смело приступайте к сложному практикуму «Конструктор детских качелей».



Простые механизмы помогают человеку выполнять различные работы. Для решения следующих задач вместо человеческой руки мы будем использовать одинаковые воображаемые моторчики, каждый из которых может развивать усилие до 50 Г. (Если у вас есть реальные моторчики, это замечательно! Свои предположения вы сможете проверять на опыте.)

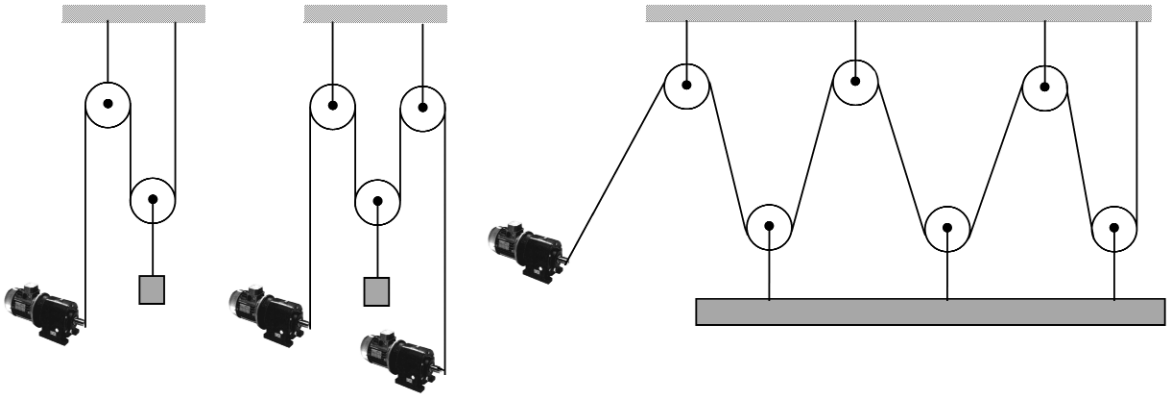


Сколько скрепок в коробочке массой 6 г можно поднять одним моторчиком, если масса одной скрепки 3200 мг?

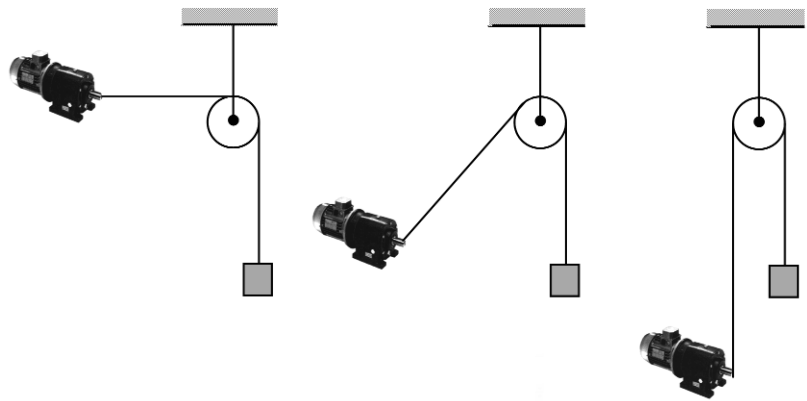
Сколько раз придется поднимать эту коробочку со скрепками, если всего надо поднять 100 таких скрепок?

Сколько моторчиков надо подсоединить к коробке массой 20 г, чтобы поднять 100 скрепок сразу?





На рисунках показаны разные случаи поднятия груза массой 50 г с помощью неподвижного блока. Покажите силу, с которой моторчик тянет нить. Покажите вес груза (силу, с которой груз растягивает нить). В каком случае моторчик сможет поднять груза, а в каком нет и почему?



Какой максимальный груз смогут поднять моторчики в предлагаемых конструкциях?

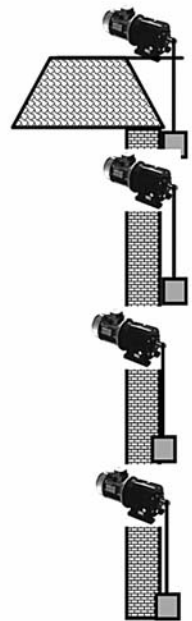
Для решения следующих задач надо использовать результаты эксперимента: для поднятия гирьки весом 50 Г на высоту 6 м моторчик расходует 1 мг топлива.



Рассчитайте массу топлива, необходимую для поднятия этого груза на высоту: а) 12 м; б) 30 см. Сколько топлива потребуется для поднятия груза массой 50 кг на высоту 60 м?

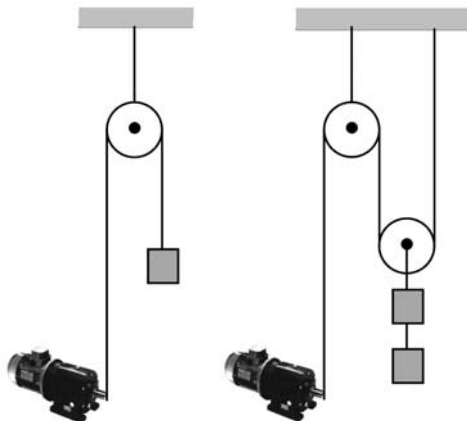
Для поднятия груза на крышу 4-этажной школы пришлось использовать несколько моторчиков (по одному на каждом этаже плюс один на крыше). Сколько топлива придется израсходовать для поднятия груза массой 1 кг с земли, если известно, что высота здания 24 м?

Как известно, моторчики могут не только поднимать грузы: с их помощью можно выполнять самые различные работы. Директор школы закупил 20 моторчиков и поручил Совету школы организовать ремонт школы. Умельцы из числа учеников приспособили эти моторчики и для поднятия грузов, и для перевозки их на тележках, и для сверления, и для распыления краски, а также для многих других полезных дел. Ученики подготовили план ремонта, при котором постоянно работает половина моторчиков.



Как плановому отделу Совета школы рассчитать необходимое количество топлива для осуществления ремонта?

Плановый отдел предложил директору использовать подвижные блоки для выигрыша в силе и экономии топлива. Директор утверждает, что никакой экономии топлива при этом не произойдет.



Каково ваше мнение по этому вопросу?

Экспериментальный отдел при Совете школы решил выяснить, позволяет ли подвижный блок сэкономить топливо. Для этого измерили быстроту расхода топлива одним моторчиком. Оказалось, что за 1 минуту моторчик при полной нагрузке расходует 10 мг топлива.

Проведите эксперимент по сравнению скорости поднятия груза одинаковой силой с помощью неподвижного и подвижного блока.



Мы уже познакомились с различными простыми механизмами – рычагом, блоком, наклонной плоскостью, гидравлическим прессом. Все они позволяют преобразовывать силы – с их помощью можно как выиграть, так и проиграть в силе (в зависимости от задачи). Казалось бы, раз они могут увеличить нашу силу, значит, могут помочь совершить работу – т. е. увеличить нашу «работоспособность». Однако это не так. Выигрывая в силе в несколько раз, мы во столько же раз проигрываем в расстоянии. Этот закон получил название «золотого правила» механики. Иногда его называют также законом сохранения работы. **Решите несколько экспериментальных задач с помощью «золотого правила» механики: Компьютерная демонстрация «Блоки» и «Гидравлический пресс».**

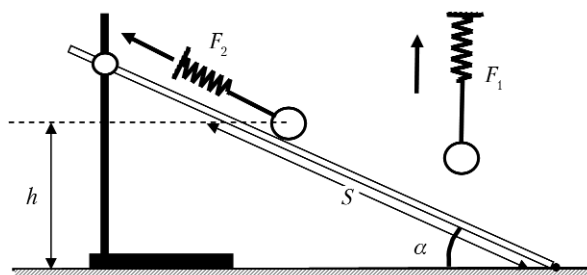


Выполните лабораторную работу по определению КПД наклонной плоскости.



Приборы и материалы:

- 1) линейка-трибометр,
- 2) динамометр,
- 3) деревянный цилиндр на оси с петлей,
- 4) деревянный брусок,
- 5) штатив,
- 6) сантиметровая лента



1. Поднимите цилиндр с помощью динамометра на высоту 20 см.

$F_1 = \text{___ Н}$, $h = \text{___ м}$. $A_1 = F \cdot h = \text{___ Дж}$. Время подъема $t = \text{___ с}$. $N = A_1/t = \text{___ Вт}$.

2. Втяните поочередно цилиндр и брусок по деревянной линейке с помощью динамометра, на высоту 20 см. Выполните измерения при различных углах наклона. Сделайте необходимые расчеты и заполните таблицу (время подъема берите одно и тоже). Найдите КПД как отношение полезной работы (A_1) ко всей затраченной (A_2).

	Цилиндр			Брусок		
Угол наклона	30 °	45 °	60 °	30 °	45 °	60 °
S_2						
F_2						
A_2						
N_2						
КПД, η						