

**§55. Механическая работа.
Единицы работы.**

**§56. Мощность. Единицы
мощности.**

Домашнее задание

§55, 56

**вопросы и задания к параграфам
устно.**

Упражнение 30, 31 письменно.

В обыденной жизни под словом «работа» мы называем различные действия человека или устройства. Например, мы говорим:

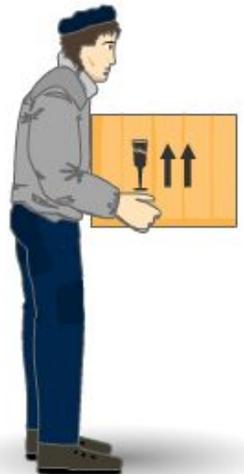
работает врач



**работает
грузчик**



работает продавец



**работает
компьютер**

**работает
кофемашина**



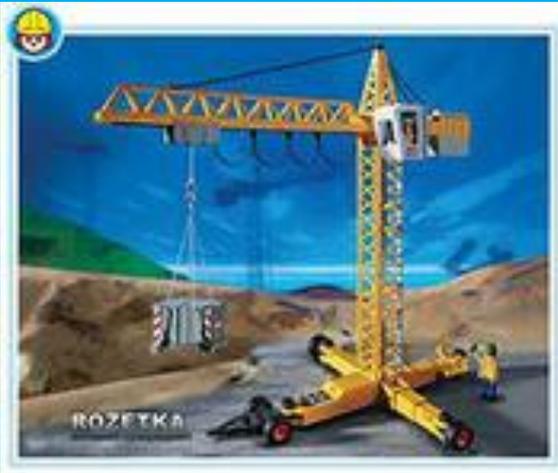
Работа



УМСТВЕННАЯ



ФИЗИЧЕСКАЯ

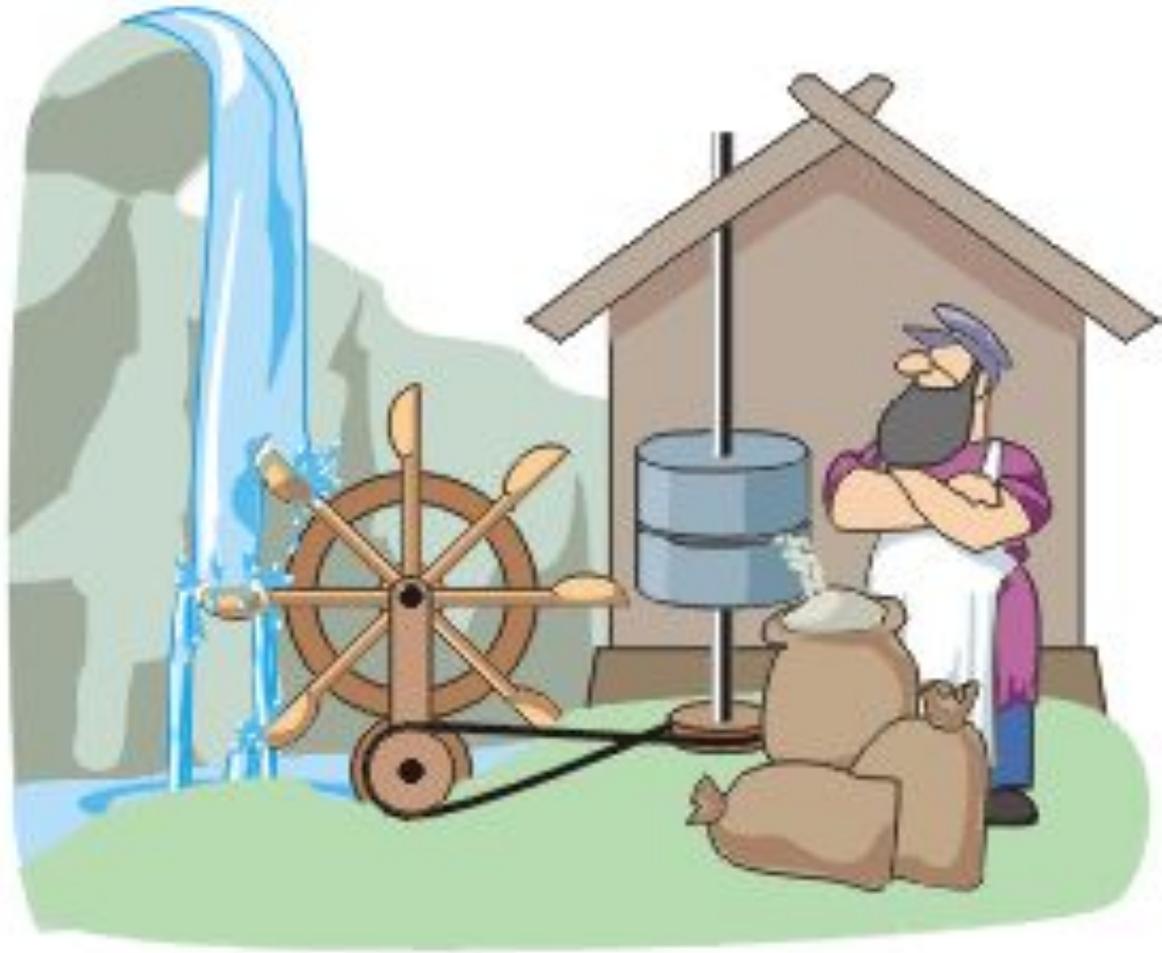


МЕХАНИЧЕСКАЯ

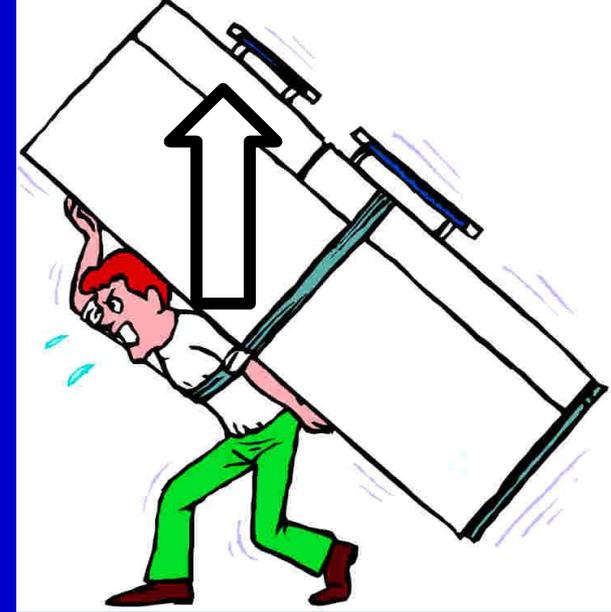


Физика изучает физическую величину, которая называется «механической работой»

Механическая работа



Грузчики поднимают багаж на определённую высоту, используя силу своих мускулов.



Автомобиль движется по дороге благодаря работающему двигателю.

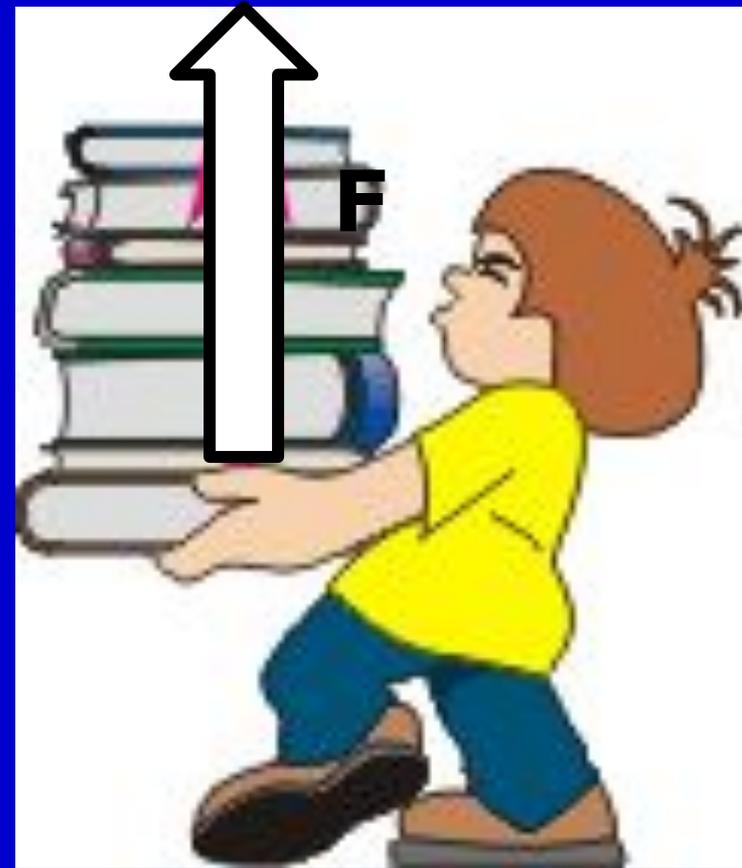


Листик под действием силы тяжести падает на поверхность Земли.

Во всех этих примерах совершается механическая работа.

Условия для выполнения работы

- На тело должна действовать сила F
- Под действием этой силы тело должно перемещаться



Механическая работа
Нам без силы и пути
прямо пропорциональна
Век работу не найти
приложенной силе и прямо
Путь наряду берем нож,
Сразу же ее снайдем !

.....

$$A = F \cdot S$$

Работа - скалярная величина

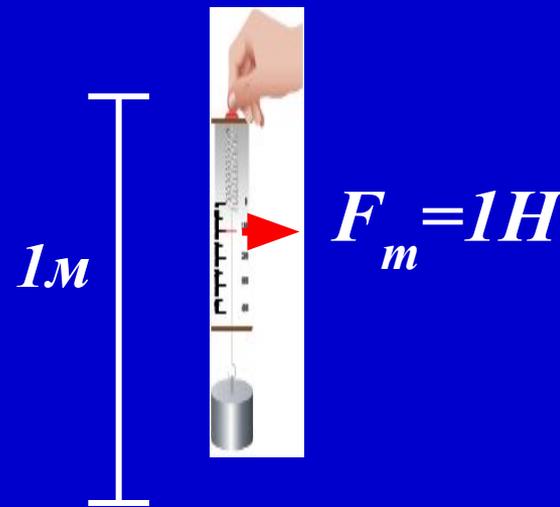
За единицу работы в СИ принимают работу, которую совершает сила в 1 Н на пути, равном 1 м

1 Дж (Джоуль)

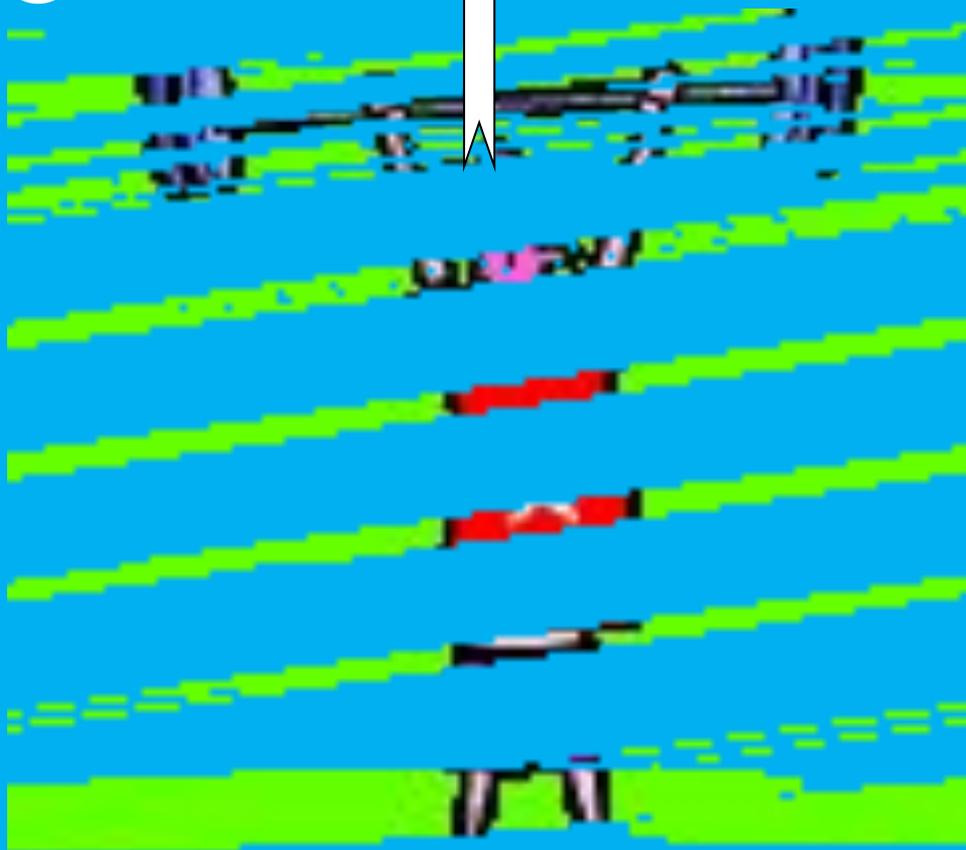
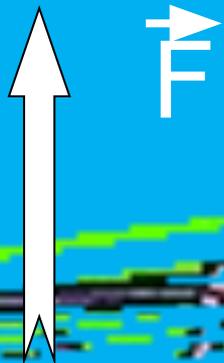
$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$$

$$1 \text{ мДж} = 0,001 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж}$$



$$A=0$$



$$s=0$$



$$A=0$$

сила

и

~~путь~~

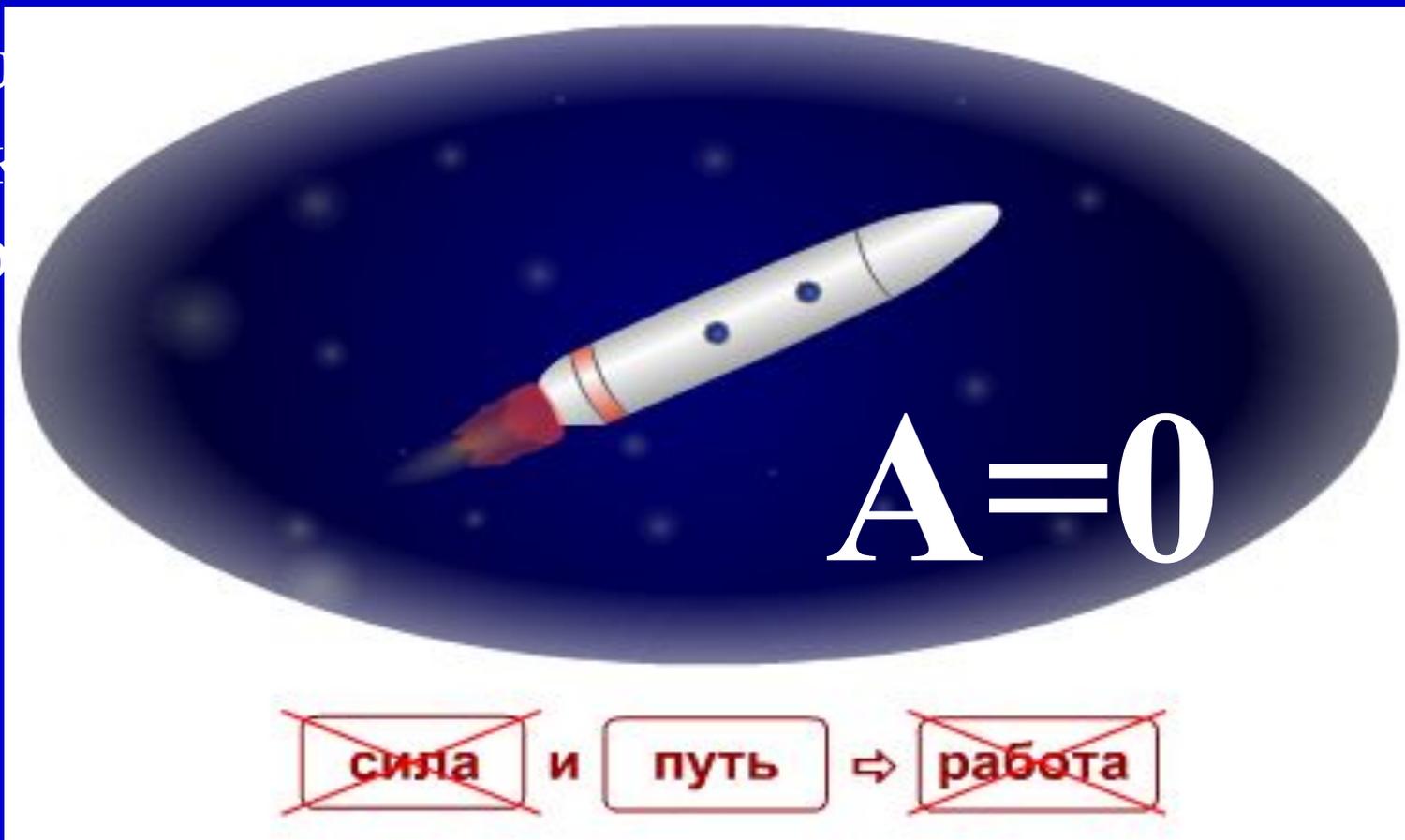
⇒

~~работа~~

А если тело движется без участия сил?

Посл
отв
инер

В
О
ОТ

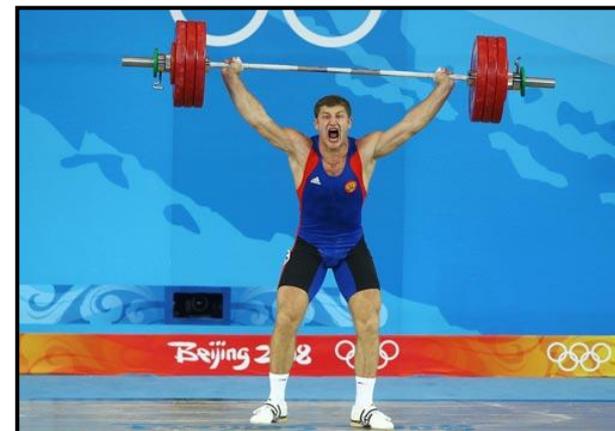


Для совершения работы необходимо три условия

- **должна быть сила**
- **направление движения не должно быть перпендикулярно направлению силы**
- **тело должно двигаться**



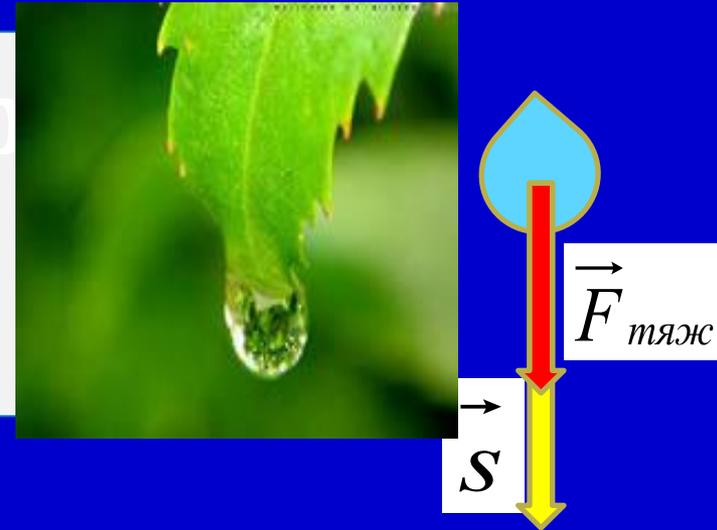
Совершилась ли работа?



Работа может быть положительной и отрицательной.

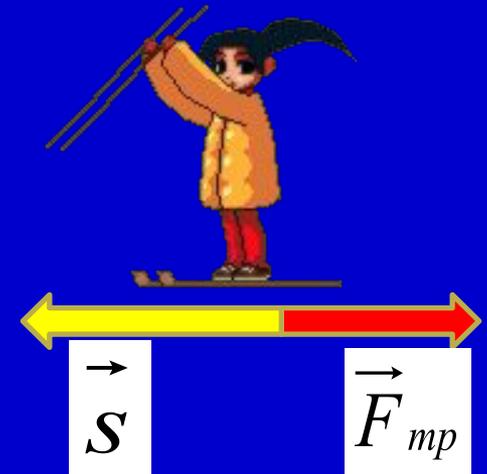
1. Если направление силы и направление движения тела совпадают, совершается положительная работа.

$$A = F_{\text{тяж}} \cdot S$$



2. Если направление силы и движения тела противоположны, совершается отрицательная работа.

$$A = -F_{\text{тр}} \cdot S$$



О чем вели речь
на уроке?

О величинах:
сила
перемещение
Механическая
работа

О формуле:

$$A = F \cdot S$$

О единицах:

Н М Дж



Выразите в джоулях работу:

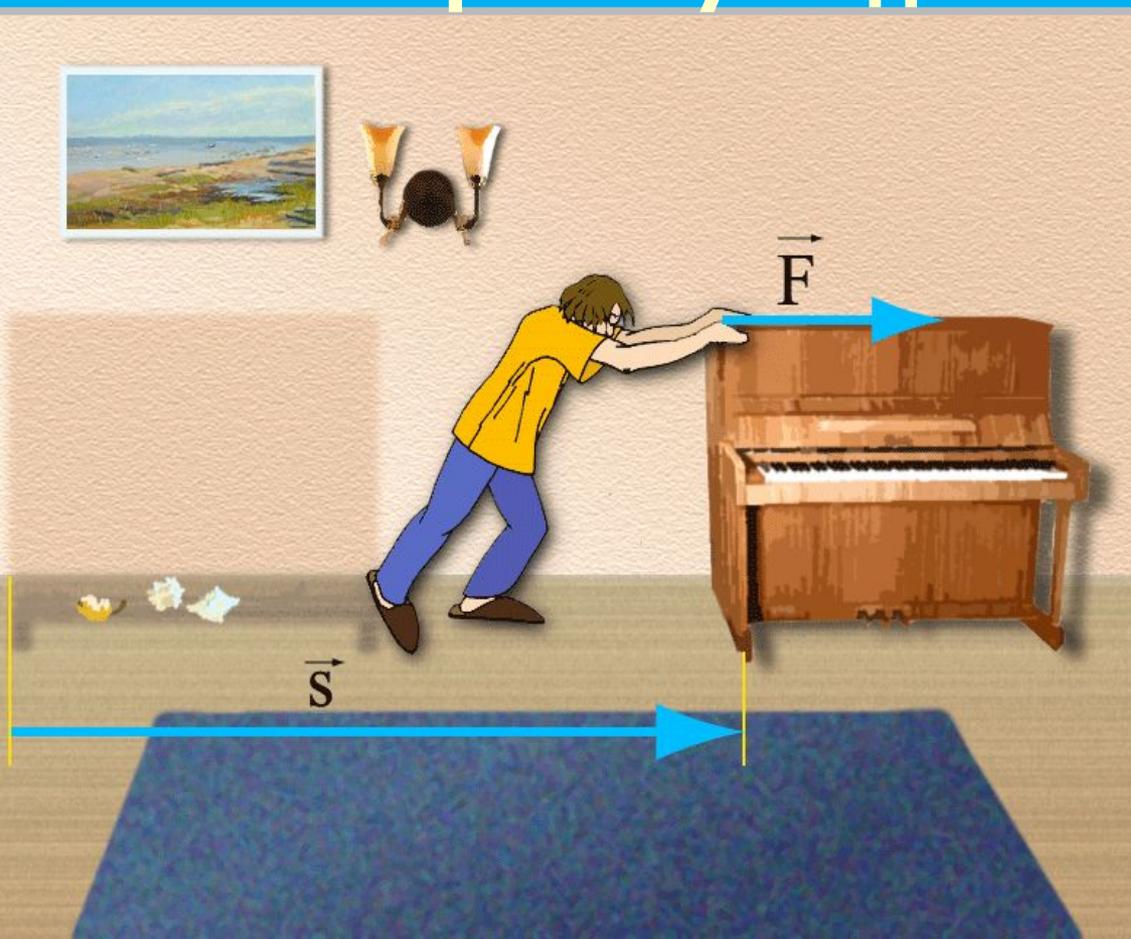
5 кДж; 4,8 кДж; 0,7 МДж; 0,004 МДж

**Выразите в килоджоулях и
мегаджоулях работу:**

300 Дж; 5000 Дж; 45 Дж

Условия совершения механической работы

Что бы совершить механическую работу над телом нужно:

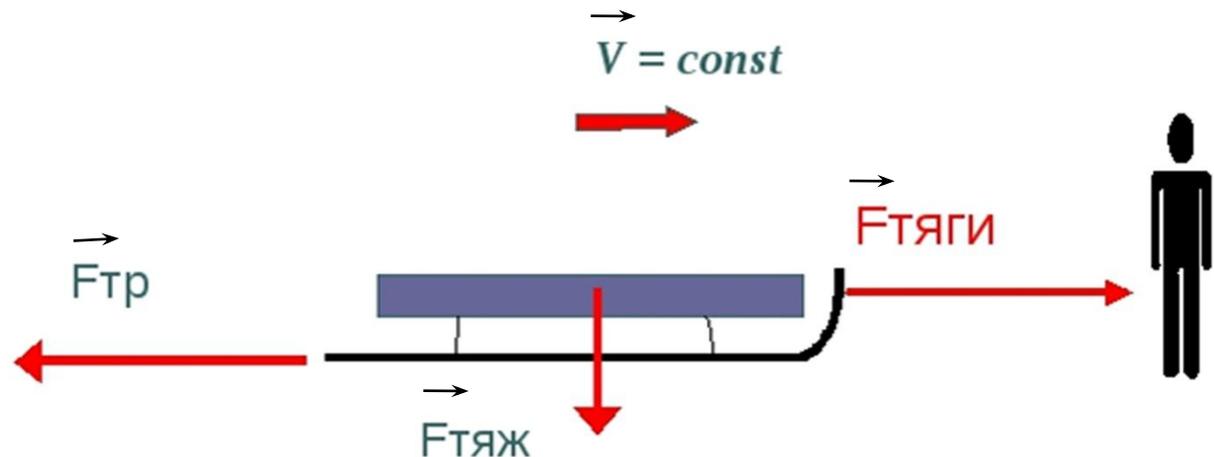


1. Приложить к нему некоторую силу

2. Переместить данное тело

Расчет механической работы

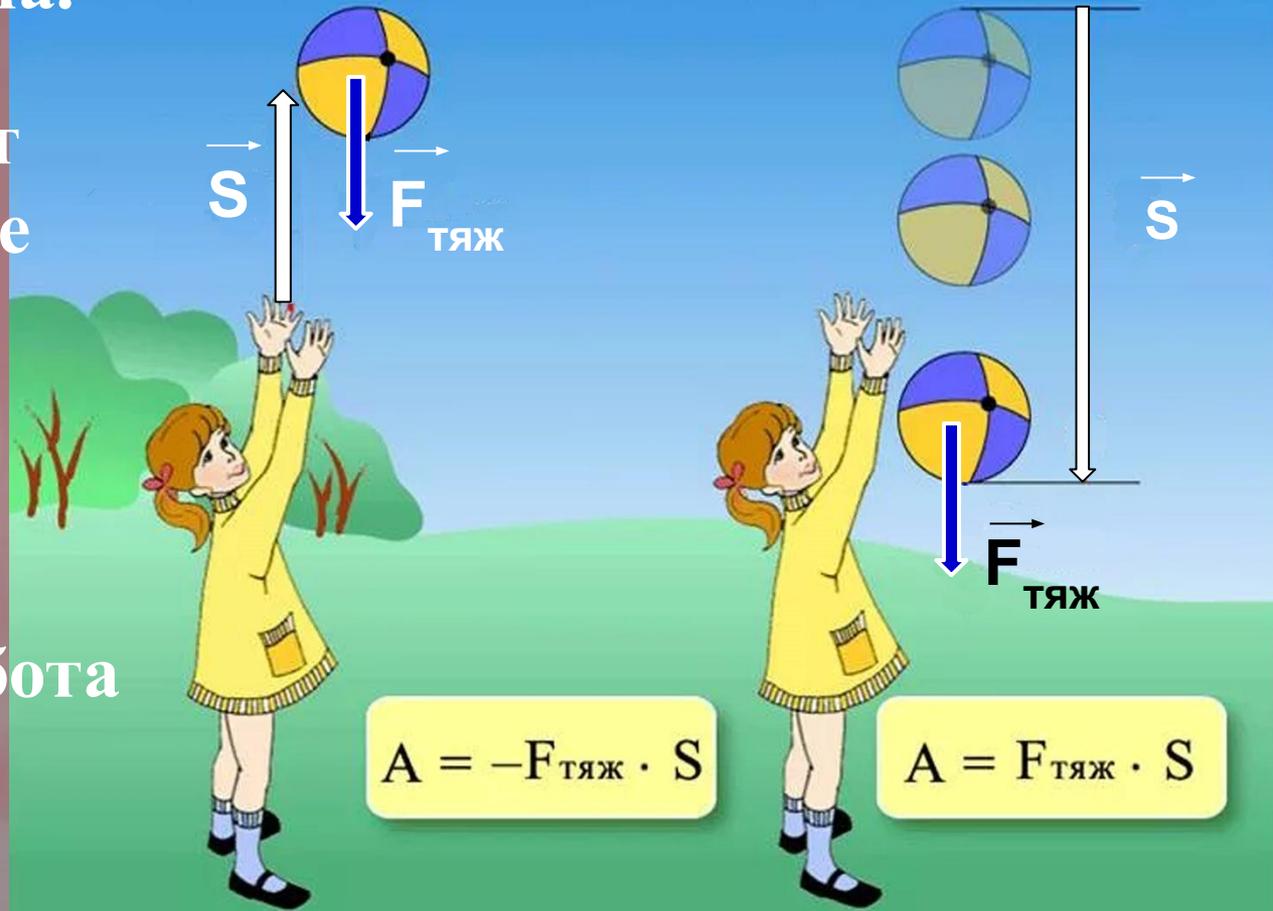
- Если сила и направление движения совпадают, то $A > 0$
- Если сила и направление перемещения противоположны, то $A < 0$
- Если на тело действует сила, направленная перпендикулярно перемещению, то $A = 0$



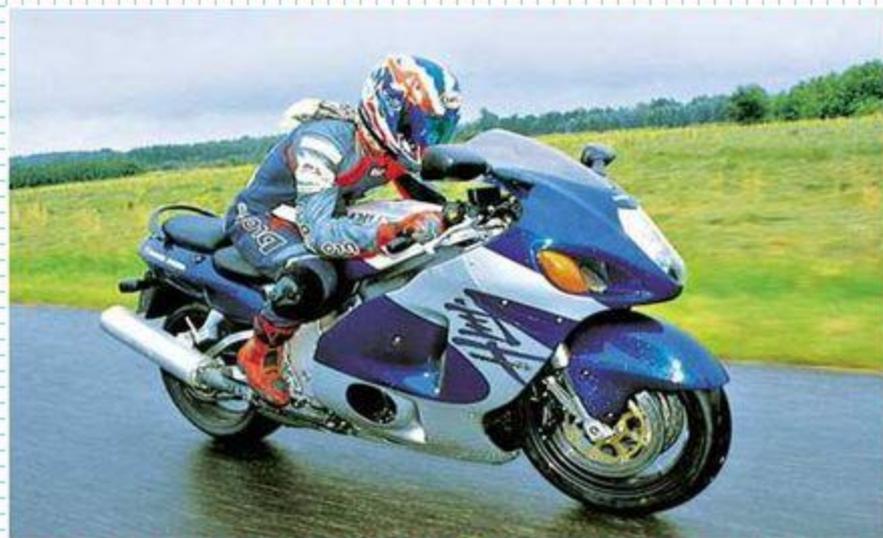
Работа силы тяжести

Девочка подбросила мяч вверх, а сила тяжести направлена вниз. Если Направление движения и Направление силы не совпадают, то работа этой силы отрицательна.

Теперь мяч падает вниз. Направление силы тяжести и направление движения мяча совпадают, следовательно работа силы тяжести положительна



Работа силы трения

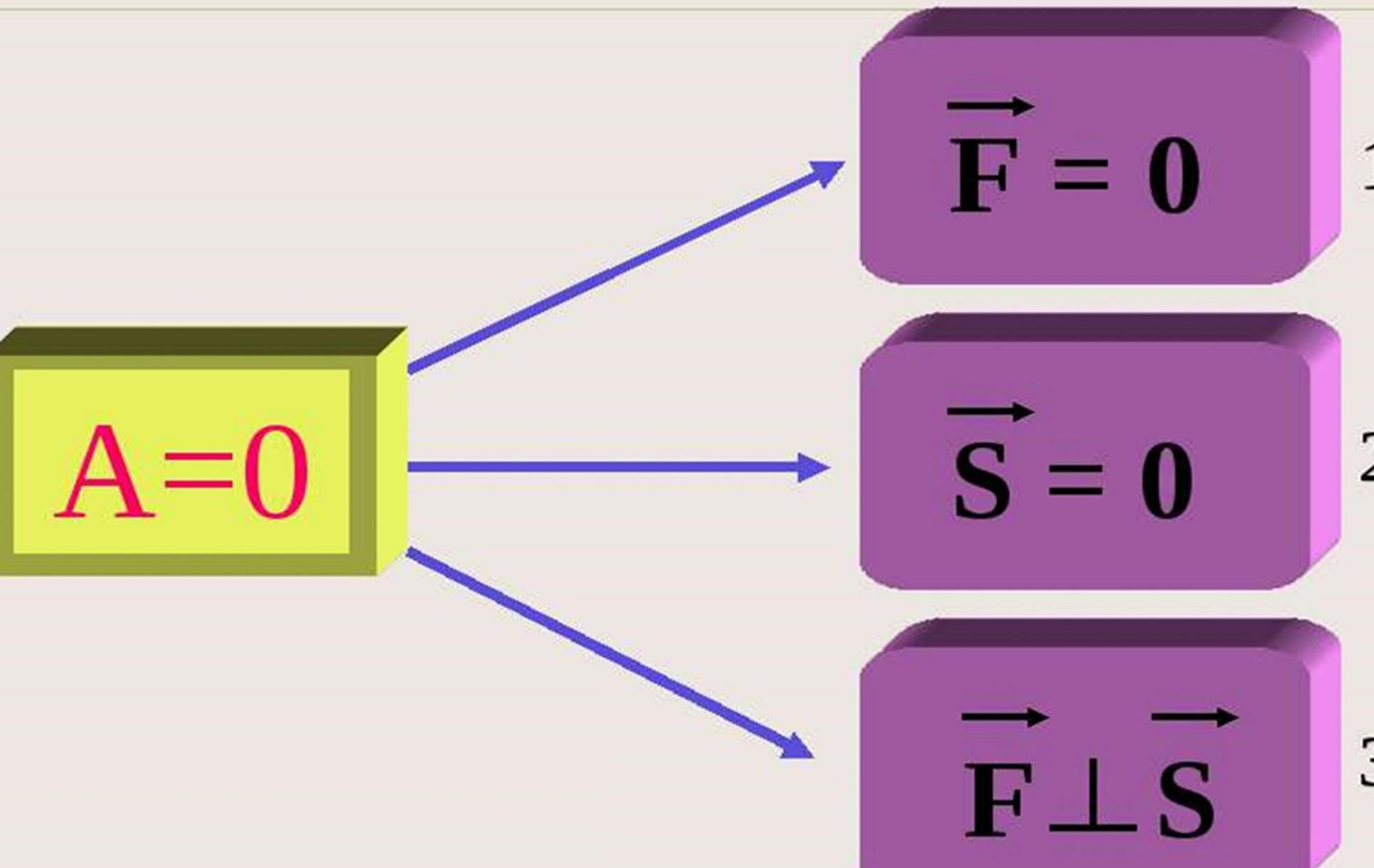


**Сила трения
направлена против
движения тела =>
работа силы трения
всегда отрицательна**

$$A = - F_{\text{тр}} \cdot S$$



Когда работа равна нулю



Задача № 1. Определите работу, совершенную при равномерном подъеме тела весом 40 Н на высоту 120 см.

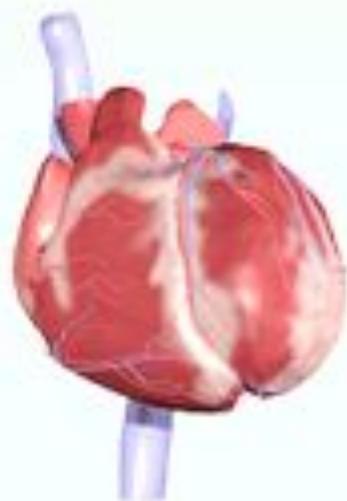
Задача № 2. Давление воды в цилиндре нагнетательного насоса 1200 кПа. Чему равна работа при перемещении поршня площадью 400 см² на расстоянии 50 см?

Задача № 3: Какую работу совершает поле тяготения, когда человек массой 50 кг поднимается на пятый этаж здания, если высота одного этажа равна 3,5 м?

Неужели?



- При перелете с большого пальца руки человека на указательный комар совершает работу - $0,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,001$ Дж.



- Сердце человека за одно сокращение совершает приблизительно 1 Дж работы, что соответствует работе, совершенной при поднятии груза массой 10 кг на высоту 1 см

Лошадиная сила

Сам Джеймс Уатт (1736 - 1819) пользовался другой единицей мощности - лошадиной силой (1 л. с.), которую он ввел с целью возможности сравнения работоспособности паровой машины и лошади.



1 л.с. \approx 735 Вт

Мощность



Единицы мощности

Вспомним!

Механическая работа?

1. Определение.

2. Обозначение.

**3. Единицы измерения работы в СИ.
Кратные и дольные единицы измерения
работы.**

**4. Какие условия необходимы для
совершения механической работы?**

Поясните на примерах.

**5. По какой формуле определяют
механическую работу?**

Проверь себя!

Задача 1. Две одинаковые каменки. Первая совершила механическую работу в течение 10 минут, вторая — в течение 20 минут. Какая из каменок совершила большую работу? Обоснуйте.

Задача 2. Две одинаковые каменки. Первая совершила механическую работу в течение 10 минут, вторая — в течение 20 минут. Какая из каменок совершила большую работу? Обоснуйте.

3.) Боня сама вынесла ведро воды из бочки. Полдзвук ведро, инерцию воды из бочки вычерпала девочка. Оставшуюся часть воды — мальчик. Одинаковую ли работу совершили мальчик и девочка? Обоснуйте.

**Кто быстрее совершит
одинаковую работу? Почему?**



**Есть ли отличия в
совершённой работе?**



**Кто быстрее
совершит
одинаковую
работу? Почему?**

Одну и ту же работу можно совершить за разное время.



Слово «**МОЩНОСТЬ**» хорошо знакомо и употребляется достаточно часто. Мы говорим, что один автомобиль **мощнее** другого и хорошо понимаем, что означают эти слова.



Механическая мощность - это физическая величина равная отношению механической работы, совершаемой силой, к промежутку времени, за которое эта работа была совершена

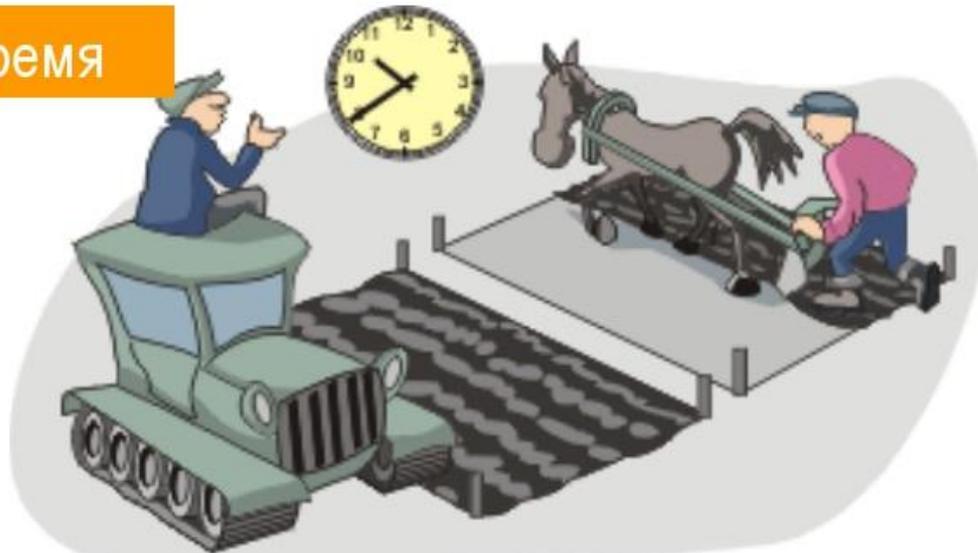
Мощность

=

Работа

Время

$$N = A / t$$





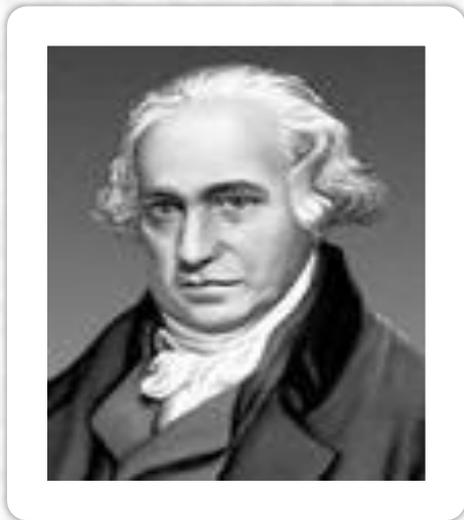
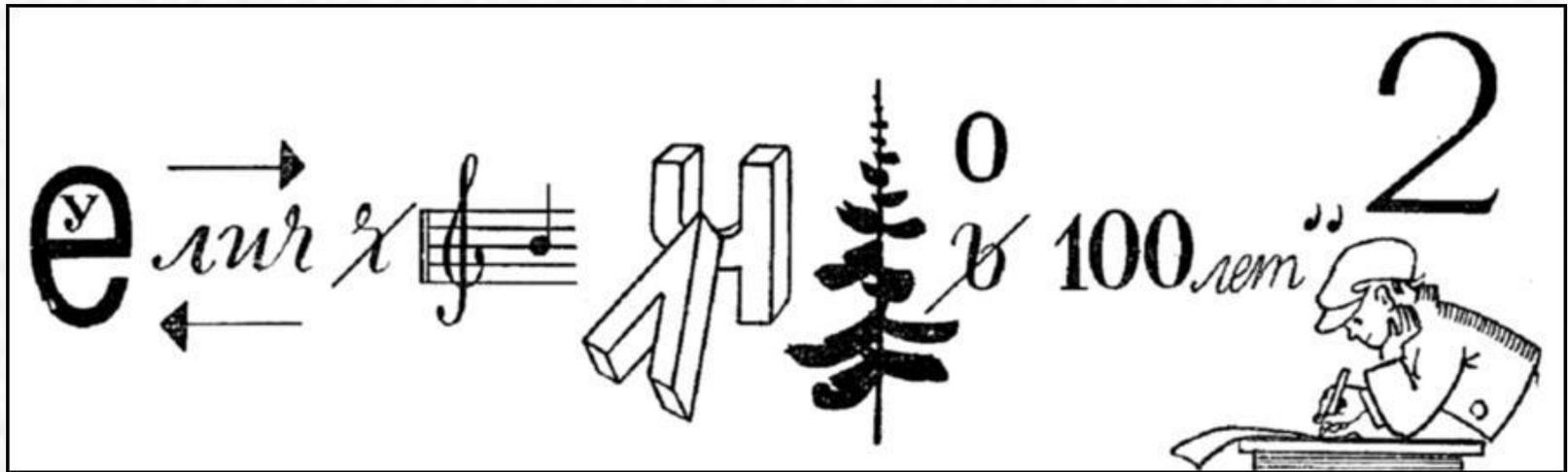
$$N = \frac{A}{t}$$



$$A = N \cdot t$$

Отгадайте ребус!

Единицы измерения мощности?



«Увеличил силу человека».

Джеймс Уатт

Подведем итоги!

Механическая мощность?

- 1. Определение.**
- 2. Обозначение.**
- 3. Единицы измерения мощности в СИ.
Кратные и дольные единицы измерения
мощности.**
- 4. Примеры.**
- 5. По какой формуле определяют мощность?**



«Измерение мощности при подъеме тела».

Приборы и материалы: динамометр, брусок, трибометр, часы, лента измерительная.

Порядок выполнения работы.

- 1. Измерьте вес бруска при помощи динамометра.**
- 2. Поднимите брусок на высоту линейки трибометра.**
- 3. Измерьте высоту и время подъема бруска.**
- 4. Вычислите работу, совершенную при подъеме бруска.**
- 5. Вычислите мощность, которую вы развиваете при подъеме бруска.**
- 6. Результаты измерений и вычислений запишите.**

«Лошадиная история».

Может ли человек проявить, мощность в целую лошадиную силу? Считается, что мощность человека при нормальных условиях работы составляет около десятой доли лошадиной силы, то есть равна 70-80 Вт. Однако в исключительных условиях человек на короткое время проявляет значительно большую мощность. Если мы ежесекундно поднимаем свое тело на 6 ступеней, мы производим работу более 800 Вт, т. е. больше 1 л.с. лошадь так же может, доводит свою мощность до десятикратной и большей величины. Совершая, например, в 1 секунду прыжок на высоту 1 метр, лошадь весом 500 кг выполняет работу в 5000Вт, а это отвечает мощности в 6 л.с.

1 л.с.=736 Вт

Посмейся и сообрази!

Перед вами занимательные задачи по физике Григория Остера!

- 1. Мощность четырехлетней Маши равна 100 Вт. Какую работу она, ни на секунду не останавливаясь и не умолкая, совершает за 30 секунд?**
- 2. Семиклассник Вася, расталкивая в школьном буфете первоклассников, за одну минуту совершает работу, равную 4200 джоулей. Какова мощность семиклассника, неудержимо рвущегося к еде?**

Запомни!

$$N = \frac{A}{t}$$

$$A = N \cdot t$$

$$A = F \cdot S$$

$$A = m \cdot g \cdot h$$

«Пора делать выводы».

Оцените свою работу на уроке.

+Я сам _____

? Самым трудным было _____

! Есть предложение _____



Рассчитаем мощность двигателя подъемной машины, если она может поднять кирпичи массой 500 кг на высоту 10 м за 10 с. Сравним полученную мощность с мощностью, которую развил бы рабочий, поднимая эти же кирпичи на ту же высоту, если ему потребуется для этого 10 ч.



Дано:	СИ
$m = 500$ кг	
$h = 10$ м	
$t_1 = 10$ с	
$t_2 = 10$ ч	36 000 с
<hr/>	
$N_1 - ?$	
$N_2 - ?$	

Решение:

Сила тяжести, действующая на кирпичи: $F_{\text{тяж}} = mg$,

$$F_{\text{тяж}} = 500 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \approx 5\,000 \text{ Н}.$$

Работа, совершаемая краном по подъему кирпичей:

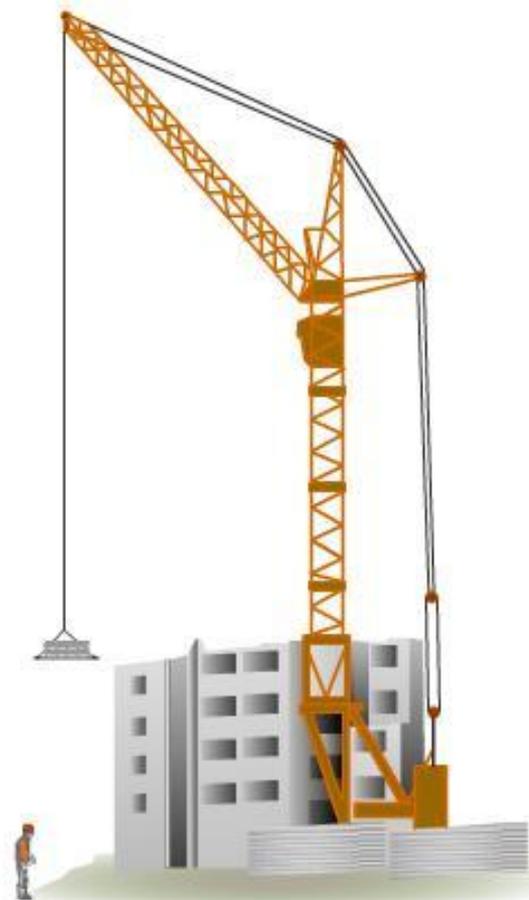
$$A = F_{\text{тяж}} h, \quad A = 5\,000 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м} = 50\,000 \text{ Дж}.$$

Мощность подъемной машины: $N_1 = \frac{A}{t_1}$,

$$N_1 = \frac{50\,000 \text{ Дж}}{10 \text{ с}} = 5\,000 \text{ Вт} = 5 \text{ кВт}.$$

Мощность рабочего: $N_2 = \frac{A}{t_2}$,

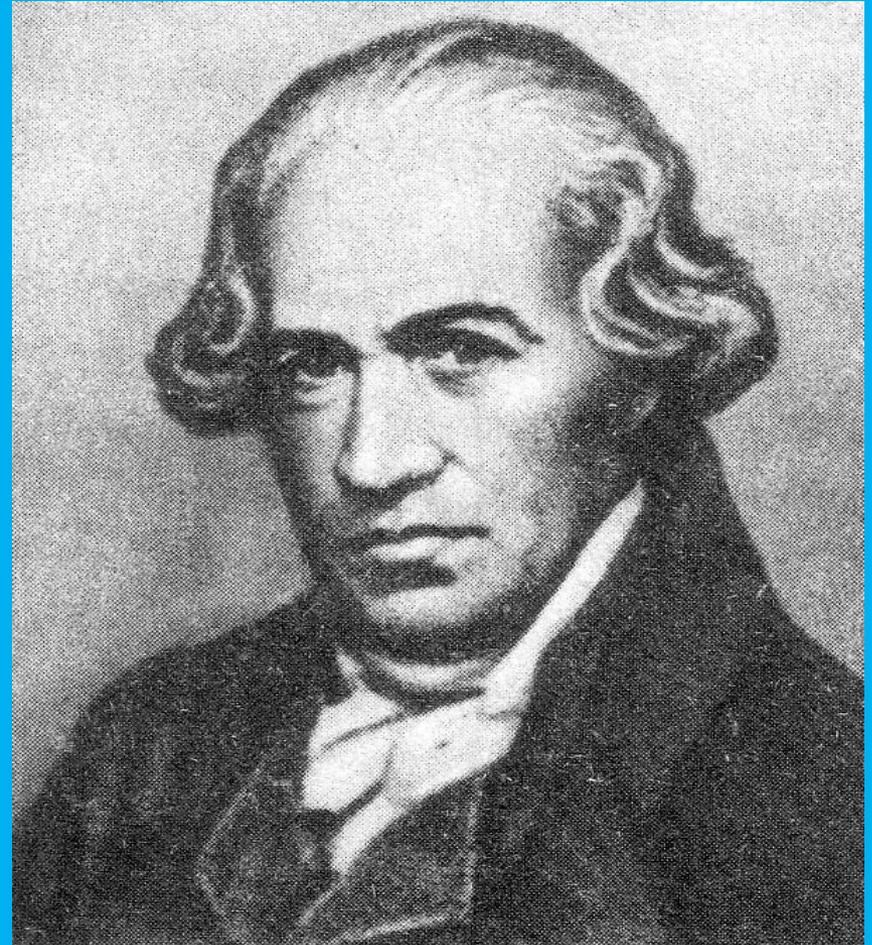
$$N_2 = \frac{50\,000 \text{ Дж}}{36\,000 \text{ с}} = 1,4 \text{ Вт}.$$



Ответ: $N_1 = 5 \text{ кВт}$, $N_2 = 1,4 \text{ Вт}$.

Джеймс Уатт (1736-1819)

- Английский изобретатель, создатель универсального парового двигателя (первая паровая машина была им построена в 1774г.). Ввел первую единицу мощности – лошадиную силу.



Соотношение между л.с. и Вт

- 1 л.с. = 735,5 Вт.
- 1 Вт = 0,00013596 л.с.



Значение мощности, Вт

Человеческого сердца	2, 2
Средняя мощность человека	70 – 80
Взбегая по лестнице	730
Ракета-носитель космического корабля	44 100 000

**Внесистемная
единица
мощности –
лошадиная сила
(1 л.с.)
1 л.с. = 735,5 Вт.**

**В технике широко
используются более крупные
единицы мощности –
киловатт(кВт) и
мегаватт(МВт),
а также более мелкая
единица – милливатт(мВт)**

$$**1 МВт = 1 000 000 Вт**$$

$$**1 кВт = 1 000 Вт**$$

$$**1 мВт = 0,001 Вт**$$

***Мощность* является
важной
характеристикой
любого двигателя.
Различные двигатели
имеют мощности от
сотых и десятых долей
киловатта до миллионов
киловатт.**

***Например, мощность
двигателя автомобиля
Жигули = 75 кВт***



**Мощность электроплиты =
8000 Вт**



***Мощность двигателя
космического корабля
составляет 20 000 000 кВт***



Мощность человека при ходьбе в среднем равна 60 Вт



***Мощность бегущего гепарда
достигает 1000 Вт***



Оказывается, **самым мощным источником** механической энергии является **огнестрельное оружие!** С помощью пушки можно бросить ядро массой **900кг** со скоростью **500м/с**, развивая за **0,01** секунды около **110 000 000 Дж** работы. Эта работа равнозначна работе по подъему **75 т** груза **на вершину** пирамиды Хеопса (высота 150м).



Задача 2

Транспортер поднимает за 1 ч гравий
объемом 240 м³ на высоту 6 м.

Определите мощность его двигателя.
(Плотность гравия 1700 кг/м³.)

Дано:

$$t = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$$

$$V = 240 \text{ м}^3$$

$$h = 6 \text{ м}$$

$$\rho = 1700 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$N = ?$$

Решение:

$$N = \frac{A}{t};$$

$$A = F \cdot h = P \cdot h = mgh = \rho g V h;$$

$$N = \frac{1700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 240 \text{ м}^3 \cdot 6 \text{ м}}{3600 \text{ с}} =$$
$$= 6800 \text{ Вт} = 6,8 \text{ кВт.}$$

Ответ: N=6,8 кВт

Задача №1

- Кто развивает большую мощность: медленно поднимающийся по лестнице человек или спортсмен той же массы, совершающий прыжок с шестом?

Ответ: Большую мощность развивает спортсмен, так как он совершает работу за меньшее время.

Задача № 2

Одинаковую ли скорость развивают двигатели вагона трамвая, когда он движется с одинаковой скоростью без пассажиров и с пассажирами?

Ответ:

При наличии пассажиров сила тяжести вагона больше, увеличивается сила трения, равная в данном случае силе тяги, возрастает мощность, увеличивается расход электроэнергии.

Задача № 3

Определите мощность двигателей одного из первых космических кораблей, если за 3 с они производили работу, равную $4,5 \cdot 10^7$ кДж.

Решение

$$t = 3 \text{ с}$$

$$A = 4,5 \cdot 10^7 \text{ кДж} = 4,5 \cdot 10^{10} \text{ Дж}$$

N- ?

$$N = \frac{A}{t}$$

$$N = \frac{4,5 \cdot 10^{10} \text{ Дж}}{3 \text{ с}} =$$

$$= 1,5 \cdot 10^{10} \text{ Вт}$$

Задача. № 3.

Определите мощность штангиста,
поднимающего штангу массой 250 кг на
высоту 2 м за 4 с.

Решение

$$m = 250 \text{ кг}$$

$$S = h = 2 \text{ м}$$

$$t = 4 \text{ с}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$N = ?$

$$N = \frac{A}{t};$$

$$A = F S$$

$$F = m g$$

$$F = 250 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 2500 \text{ Н}$$

$$A = 2500 \text{ Н} \cdot 2 \text{ м} = 5000 \text{ Дж}$$

$$N = \frac{5000 \text{ Дж}}{4 \text{ с}} = 1250 \text{ Вт}$$

Задача № 4

- Какую мощность развивает трактор при равномерном движении на первой скорости, равной 3,6 км/ч, если у трактора сила тяги 12 кН?

$N - ?$		$N = A / t$
$V = 3,6 \text{ км/ч}$	1 м/с	$A = F \cdot S;$
$F = 12 \text{ кН}$	12000 Н	$S = v \cdot t$
		$N = F \cdot v$

$$N = 12000 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м/с} = 12000 \text{ Вт}$$

Мощность природных явлений

Смерч. Оценим мощность смерча.

Смерч в штате Флорида поднял на высоту 300м самолёт весом 10т и отбросил его далеко в сторону. Всё произошло за 6 секунд.

Работа по подъему - $A=29400000$ Дж.

Мощность струи воздуха $N=4900000$ Вт.

Струя часть смерча. $S=314$ м²; Диаметр всей колонны смерча 200м, а $S=31400$ м²; Мощность всей колонны 490 МВт. Сравним с мощностью техники, созданной руками человека.