

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

**§56. Мощность. Единицы  
мощности.**

**Домашнее задание**

**§55, 56**

**вопросы и задания к параграфам  
устно.**

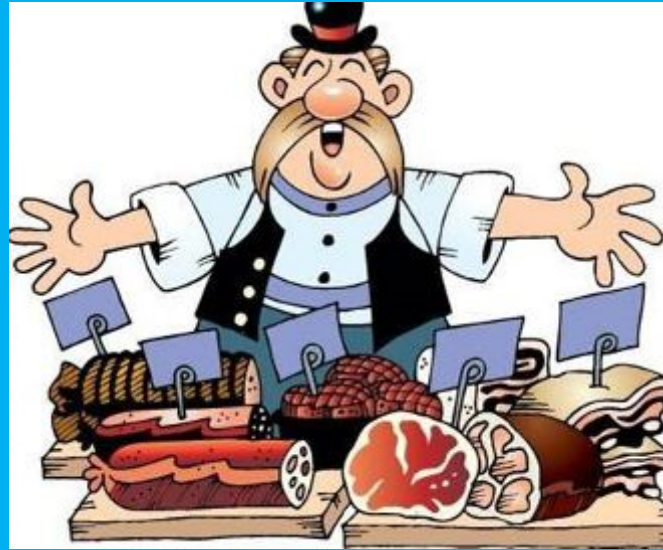
**Упражнение 30, 31 письменно.**

**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**

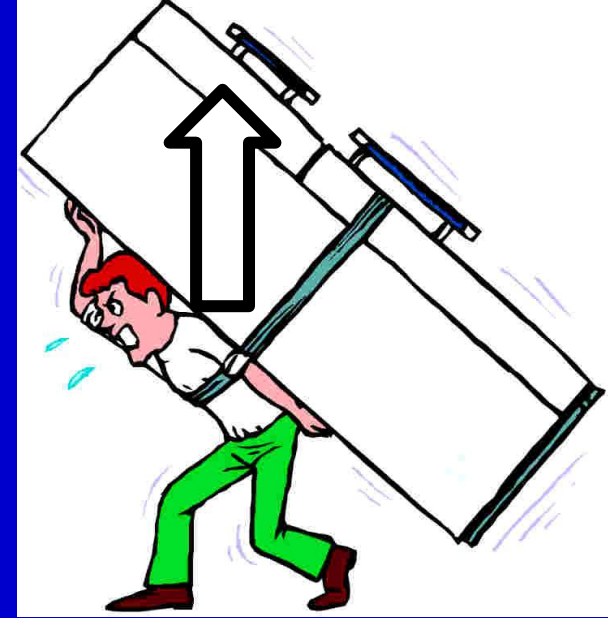


**Физика изучает физическую величину, которая называется «механической работой»**

# Механическая работа



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



**Автомобиль движется по дороге благодаря работающему двигателю.**

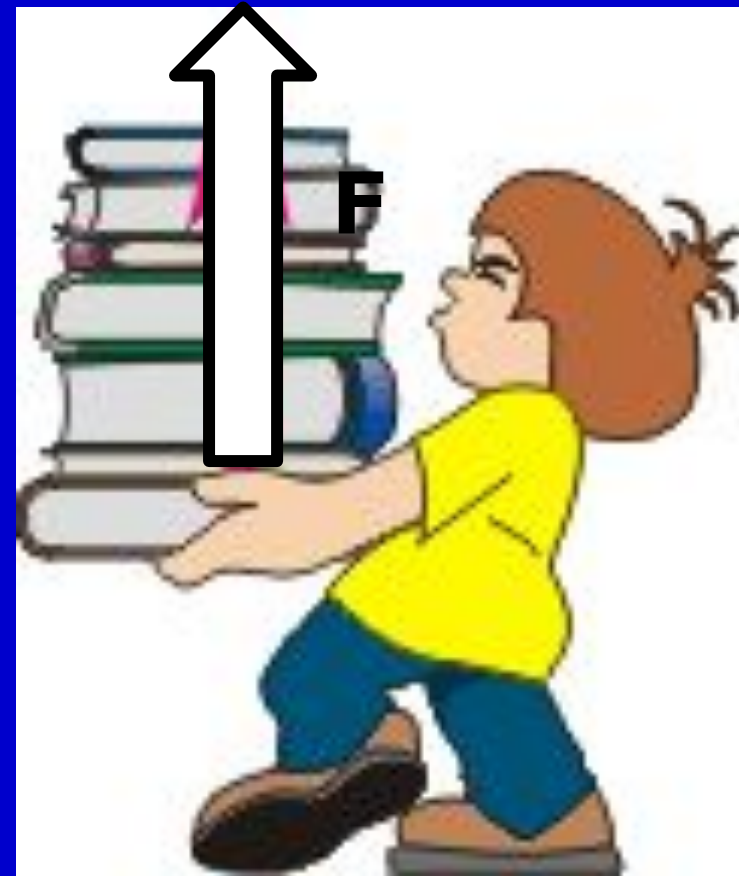


**Листик под действием силы тяжести падает на поверхность Земли.**

**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 найдешь !

.....

$$A = F \cdot S$$



**Работа - скалярная величина**

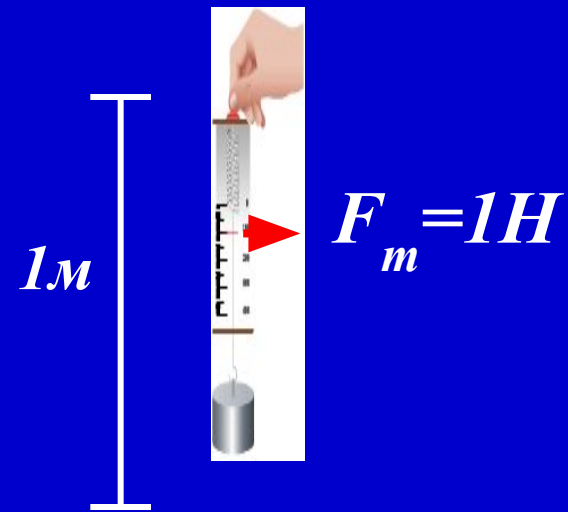
**За единицу работы в СИ принимают работу, которую совершает сила в 1 Н на пути, равном 1 м**

**1 Дж (Джоуль)**

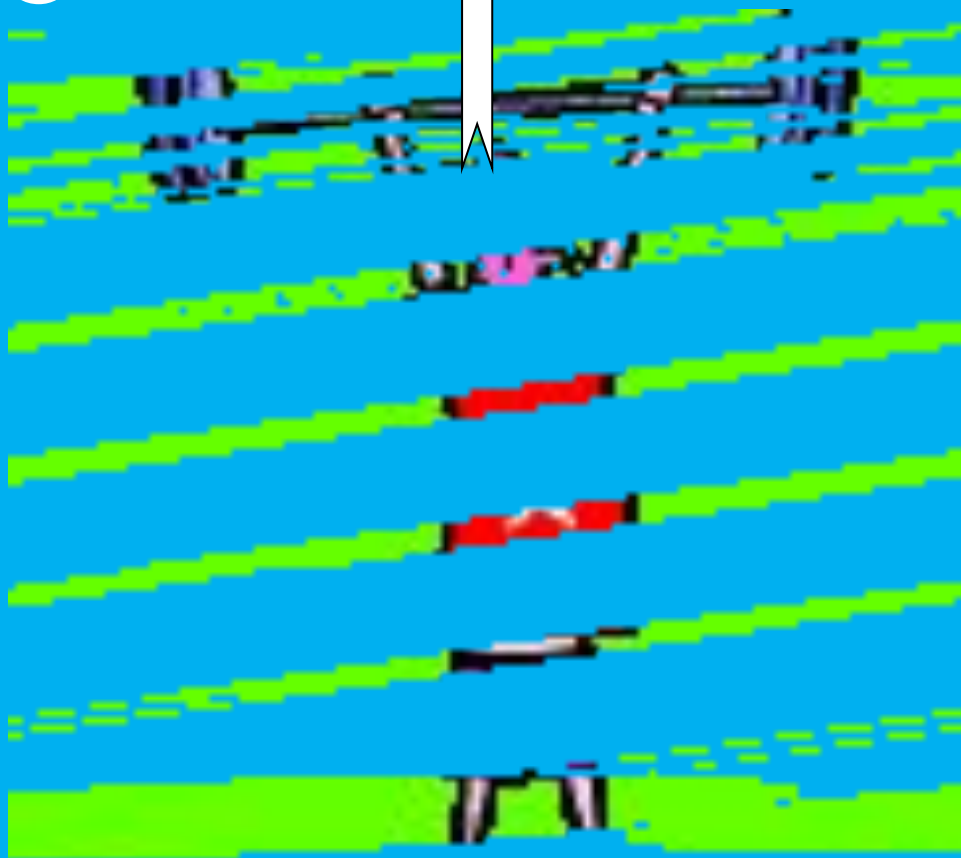
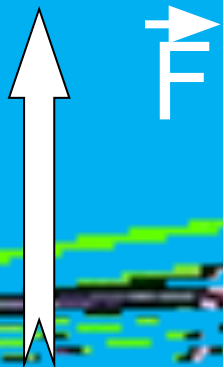
$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$$

$$1 \text{ мДж} = 0,001 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж}$$



$$A=0$$



$$S=0$$



$$A=0$$

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**



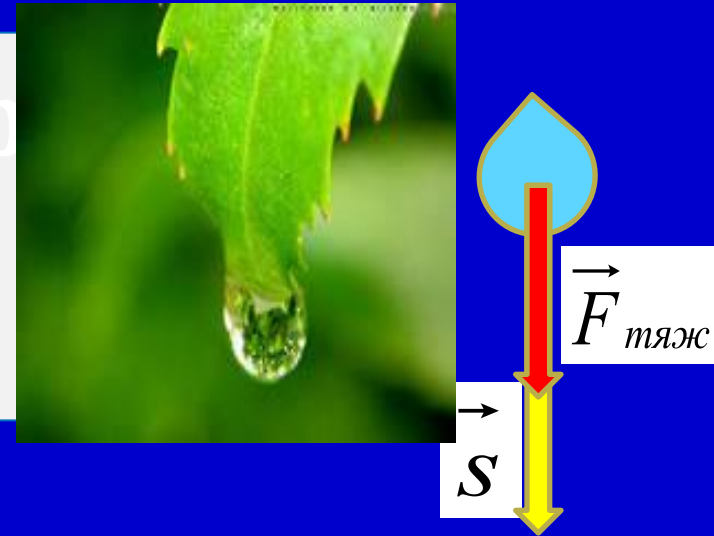
# Совершилась ли работа?



# Работа может быть положительной и отрицательной.

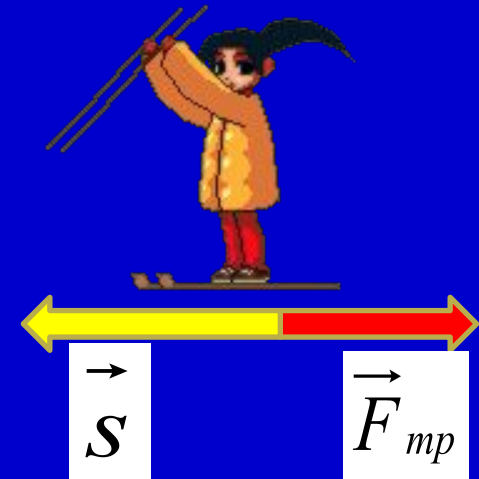
1. Если направление силы и направление движения тела совпадают, совершается положительная работа.

$$A = F_{\text{тяж}} \cdot S$$



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:**

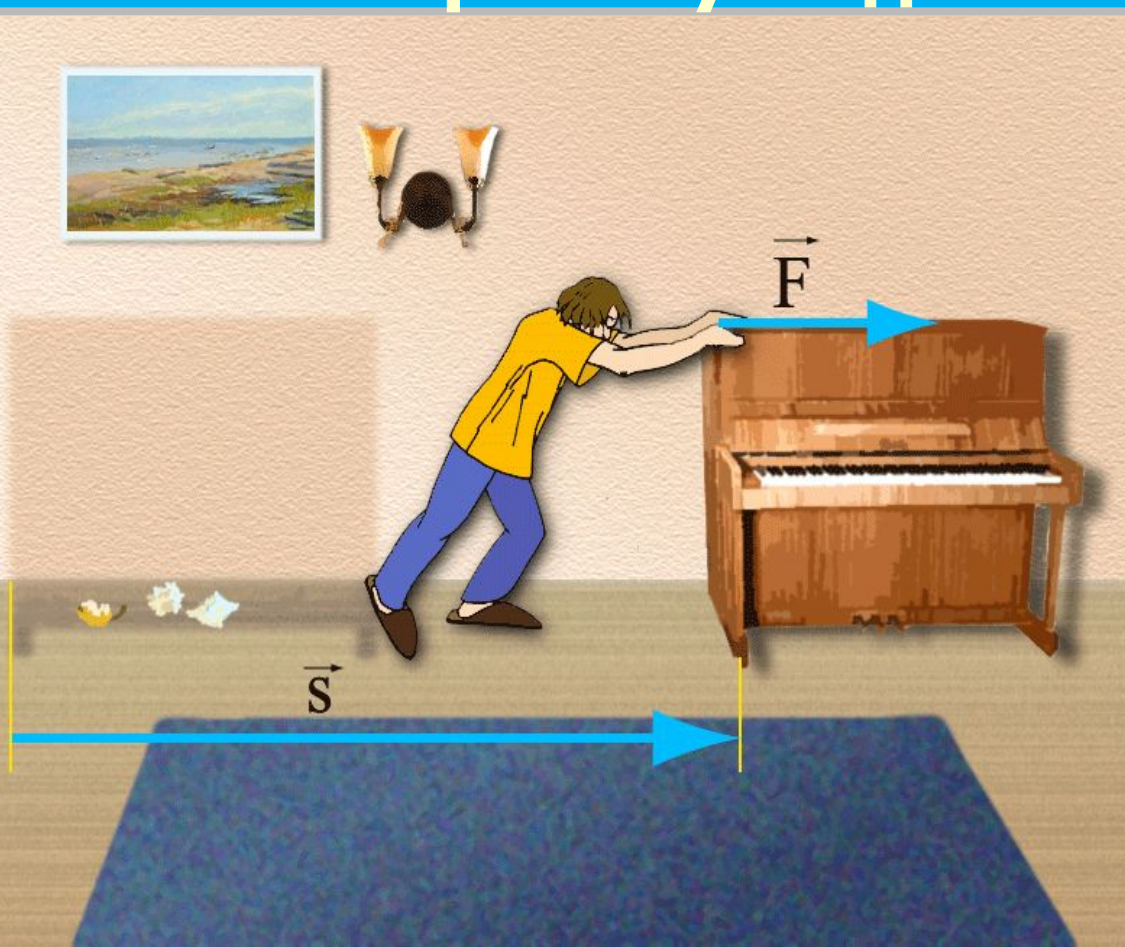
**5 кДж; 4,8 кДж; 0,7 МДж; 0,004 МДж**

**Выразите в килоджоулях и мегаджоулях работу:**

**300 Дж; 5000 Дж; 45 Дж**

# Условия совершения механической работы

Что бы совершить механическую работу над телом нужно:

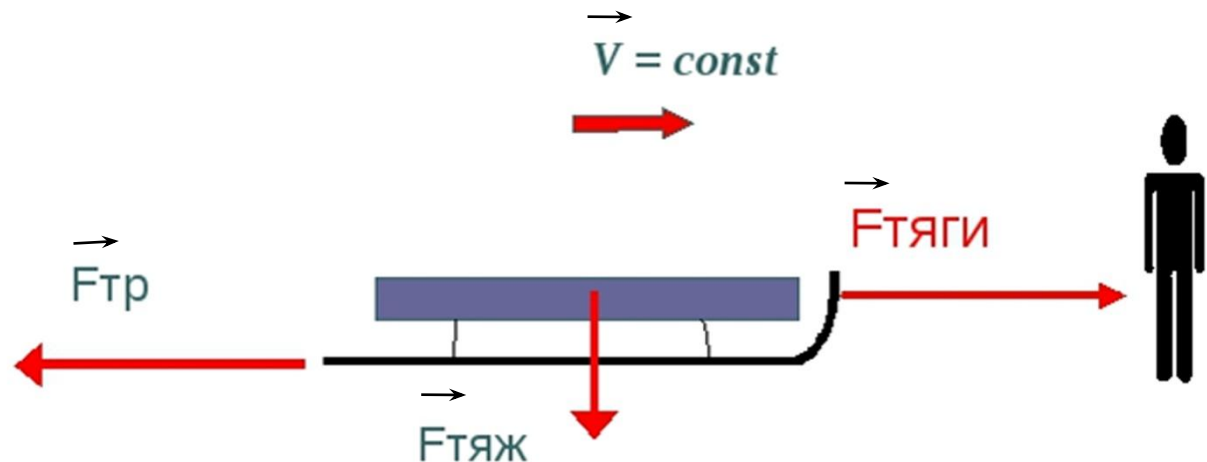


1. Приложить к нему некоторую силу

2. Переместить данное тело

# Расчет механической работы

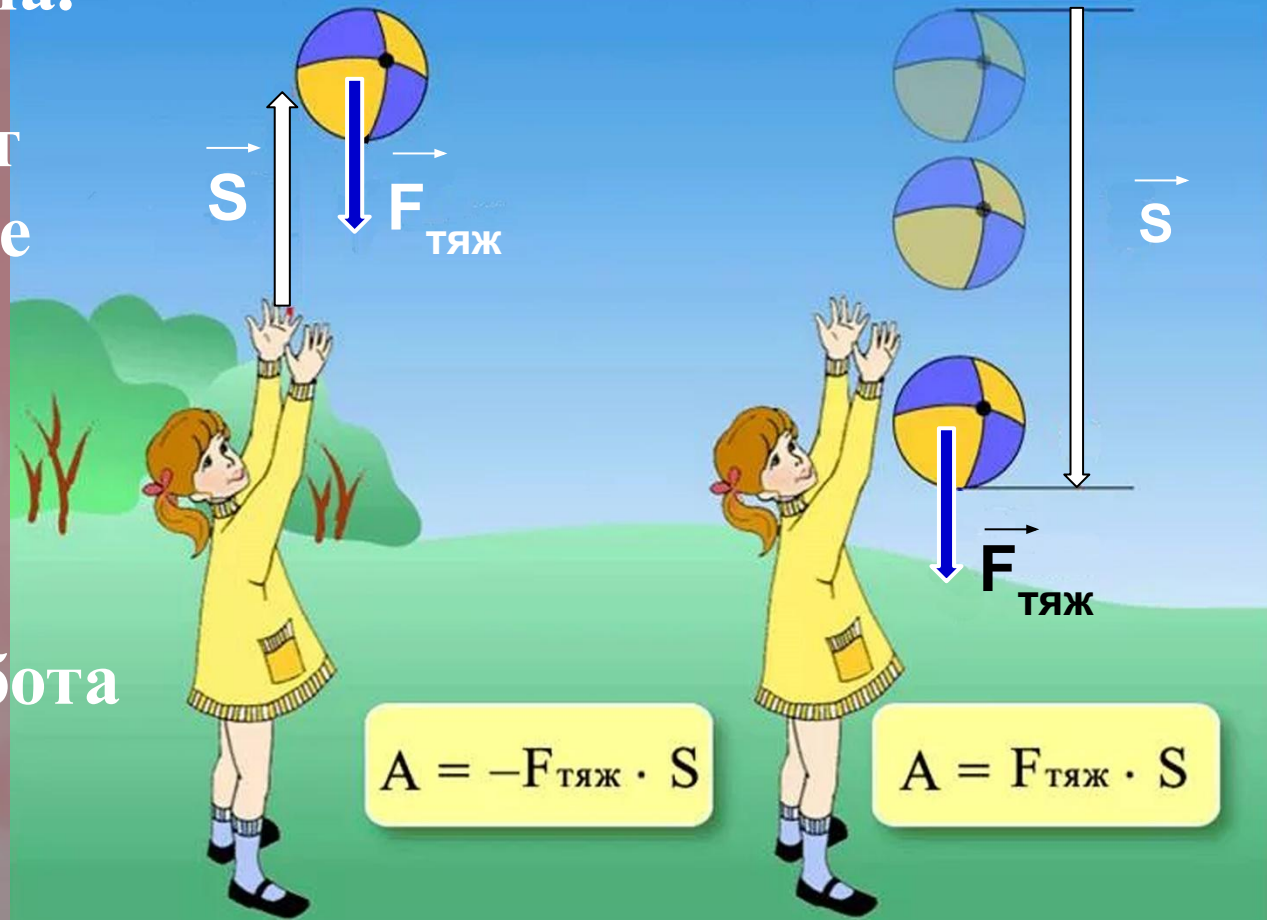
- Если сила и направление движения совпадают, то  $A > 0$
- Если сила и направление перемещения противоположны, то  $A < 0$
- Если на тело действует сила, направленная перпендикулярно перемещению, то  $A = 0$



# 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

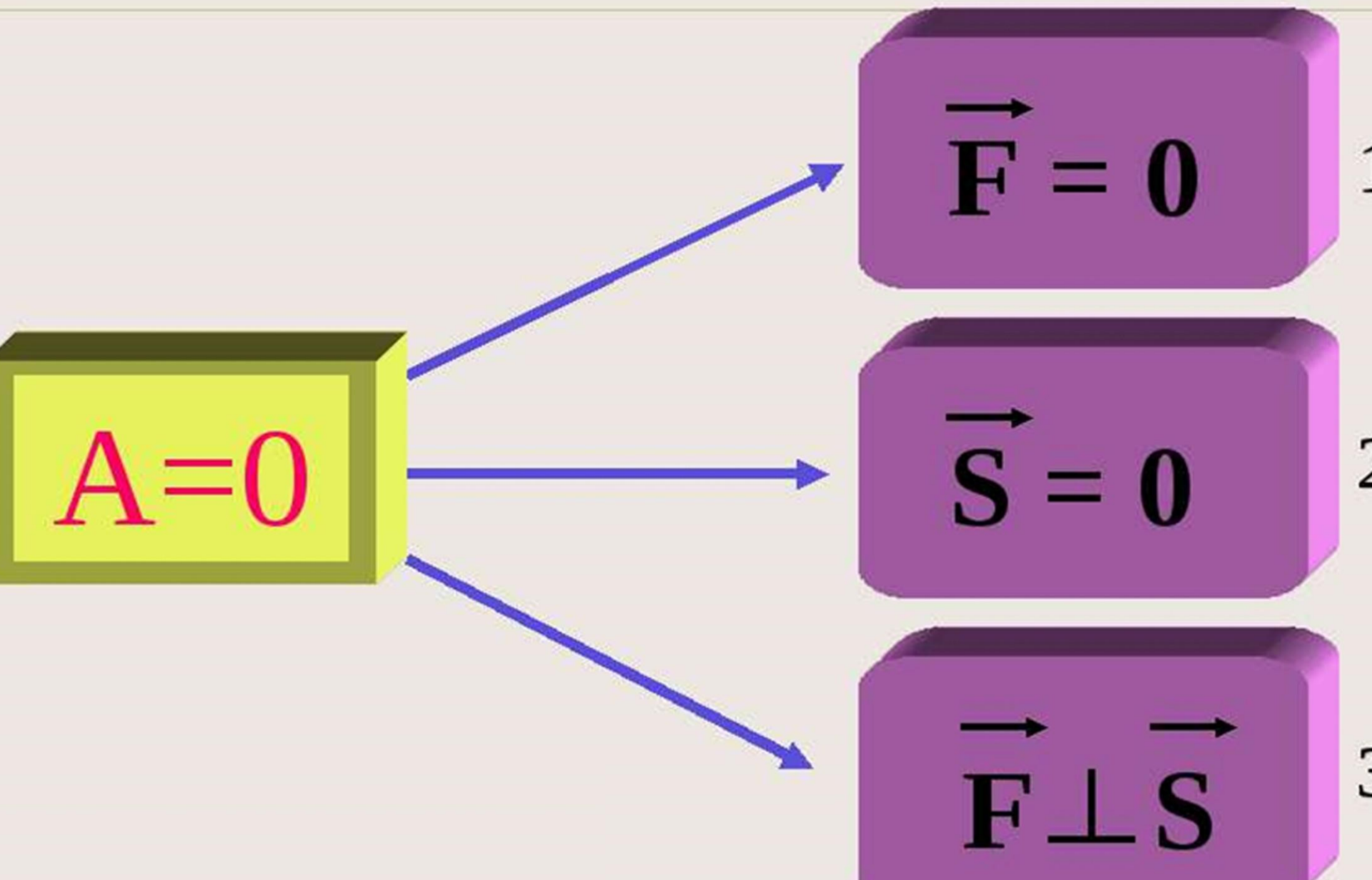


**Сила трения  
направлена против  
движения тела =>  
работа силы трения  
всегда отрицательна**

$$A = - F_{\text{тр}} \cdot S$$



# 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 см<sup>2</sup> 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!

2) Завершается тактику. механическая работа в следующем месяце. лунная хтрения покоя совершить раб раб Фей и удариваети тфури наклонной 2лб введ сизабиле в бревно, затем вытащили б) ош (а) ни а к держил на руках а то ману совершили в) е хав по нобнмю драбжеу. ся по инерции;

3.) Бон сам вачесней а водра бл. Полдзвужет ведро ои, инерцину. 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**

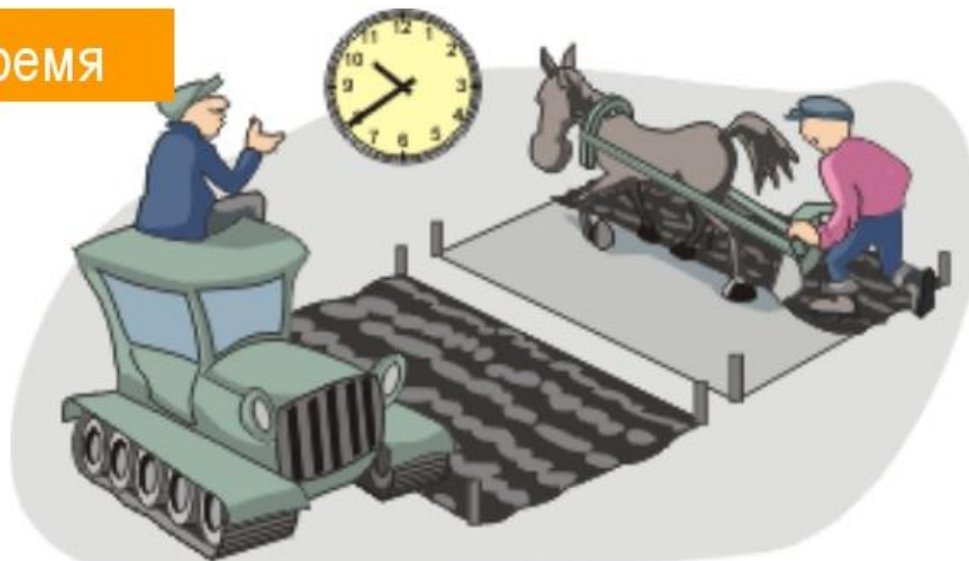
Мощность

=

Работа

Время

$$N = A / t$$





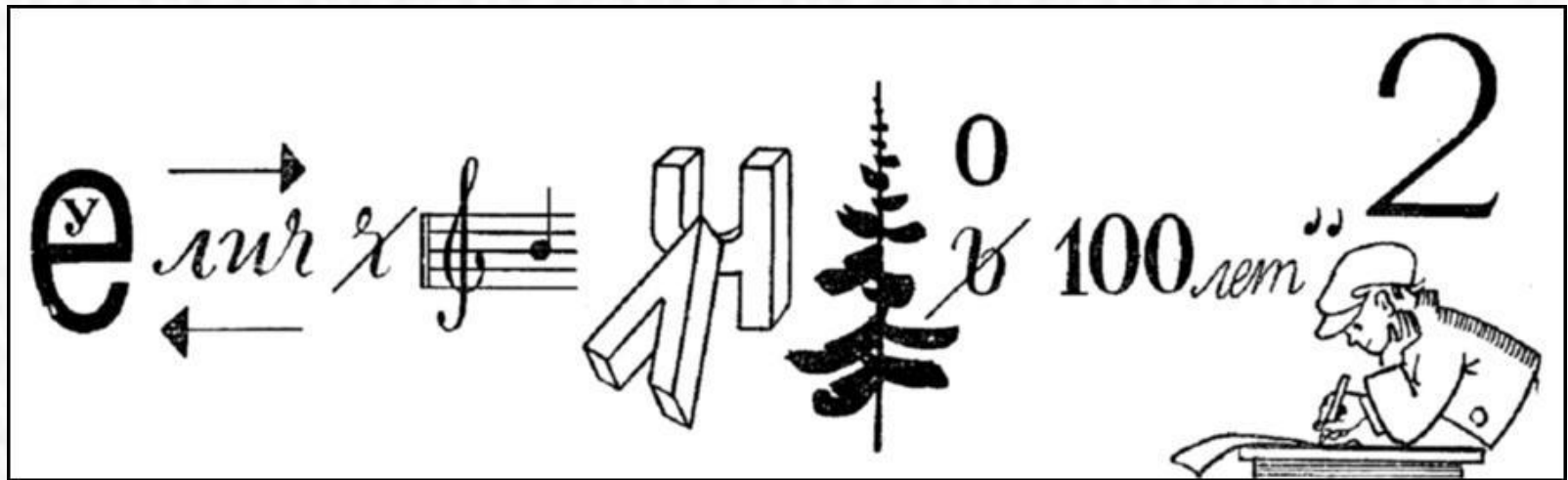
$$N = \frac{A}{t}$$



$$A = N \cdot t$$

# 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:  $N_2 = \frac{A}{t_2}$ ,

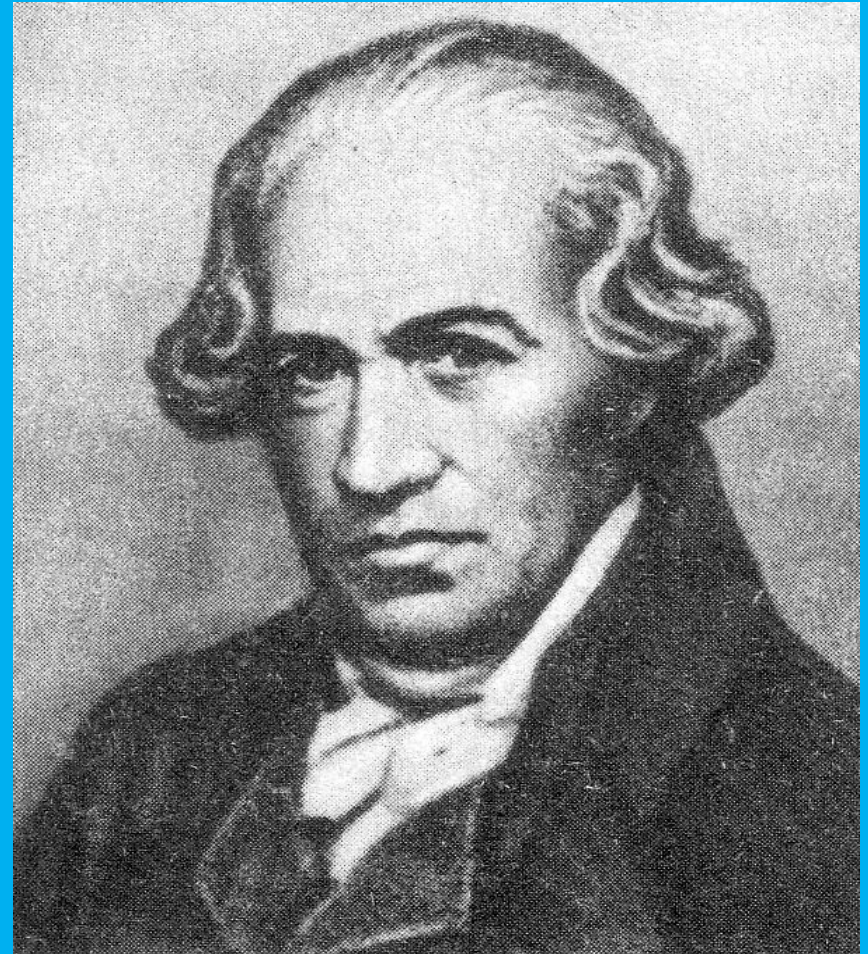
$$N_2 = \frac{50\,000 \text{ Дж}}{36\,000 \text{ с}} = 1,4 \text{ Вт}.$$



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 м<sup>3</sup> на высоту 6 м.

Определите мощность его двигателя.  
(Плотность гравия 1700 кг/м<sup>3</sup>.)

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?

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

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

# 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.  $S=314$  м<sup>2</sup>; Диаметр всей колонны смерча 200м, а  $S=31400$  м<sup>2</sup>; Мощность всей колонны 490 МВт. Сравним с мощностью техники, созданной руками человека.