

# Работа сил тяжести, упругости, трения

# Понятие работы в повседневной ЖИЗНИ

Слово «работа» часто  
встречается

В быту работой называют всякий  
вид деятельности  
рабочего,  
инженера учёного,

учащегося

.



# Понятие работы в физике

Понятие работы в физике несколько иное.

Когда человек или какой-либо двигатель действует с определённой силой на тело, заставляя его

пе  
со



*Серебряный призёр летней Олимпиады тяжелоатлет Евгений Чигишев (Россия), 2008 г.*



*Старт ракеты-носителя класса «Космос-3М»*

*Механическая работа* совершается, когда какое-либо тело перемещается под действием приложенной силы (или нескольких сил).



Так, сила тяжести совершает работу при падении мяча, брошенного с некоторой высоты. Одновременно совершает работу сила сопротивления, действующая на мяч со стороны воздуха.



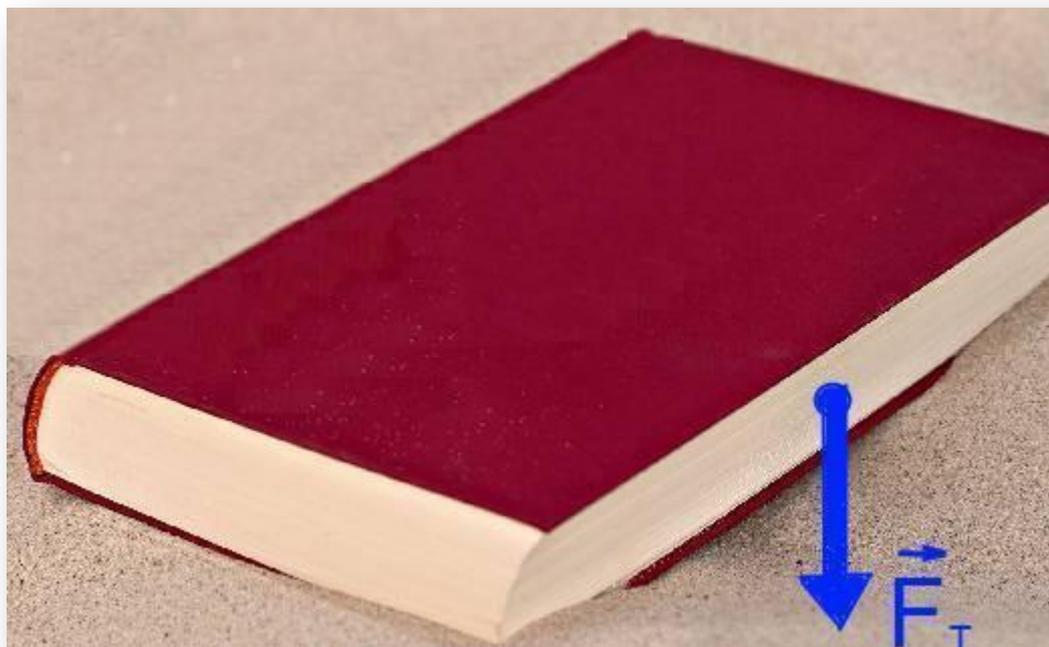
Совершает работу сила упругости, когда при помощи троса поднимают вверх гру

При выстреле из пистолета сила давления пороховых газов совершает работу – перемещает пулю вдоль ствола.



Если на тело действует сила, но тело не движется в направлении действия этой силы, то механическая работа **не совершается**.

Например, на книгу, лежащую на столе, со стороны Земли действует сила тяжести, но книга остаётся в покое, поэтому работа силы тяжести равна нулю.

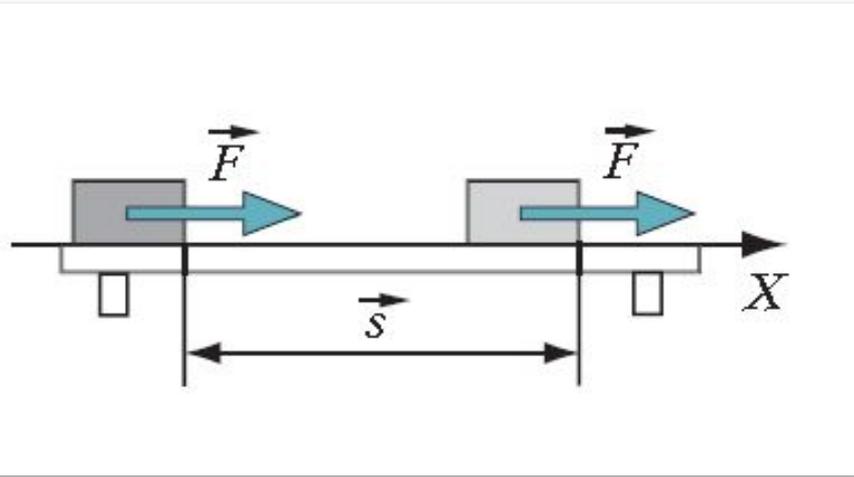


## Как определяется работа?

Пусть на тело (рисунок) действует в горизонтальном направлении постоянная сила  $\vec{F}$  и тело совершает в направлении действия силы перемещение  $\vec{s}$ . Работой силы  $A$  в этом случае называют произведение модулей силы и перемещения:

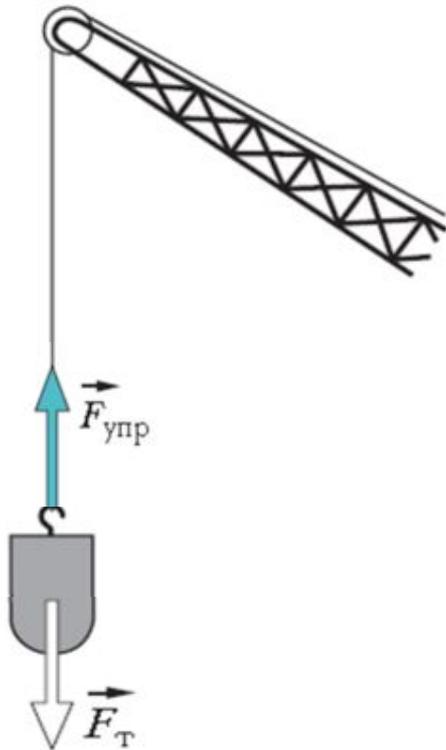
$$A = Fs,$$

где  $F$  и  $s$  — соответственно модули силы и перемещения.



Если сила и перемещение сонаправлены, то **работой** постоянной силы называют величину, равную произведению модулей силы и перемещения.

Сила и перемещение — векторные величины, а работа — скалярная величина. О работе нельзя сказать, что она куда-то направлена.



Механическая работа может быть как положительной, так и отрицательной величиной. Рассмотрим случай, когда на движущееся тело действует несколько сил.

Так, при равномерном подъёме груза с помощью подъёмного крана на груз действуют сила упругости, направленная вверх, и сила тяжести, направленная вниз.

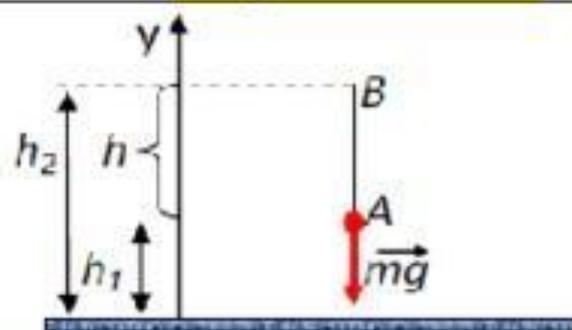
Равнодействующая этих сил равна нулю. Поэтому работа этой равнодействующей равна нулю. Но работа равнодействующей равна сумме работ отдельных сил.

Это означает, что работа одной из сил должна быть положительной, другой – отрицательной. Положительной работой считается работа силы, имеющей то же направление (**силы упругости**), что и перемещение груза. Работа силы, направленной противоположно перемещению ( ), является отрицательной.

# РАБОТА СИЛ ТЯЖЕСТИ

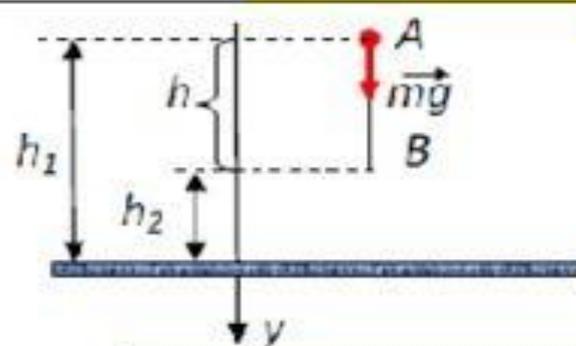
## 1. Движение тела в вертикальном направлении

Вверх из т.А в т.В



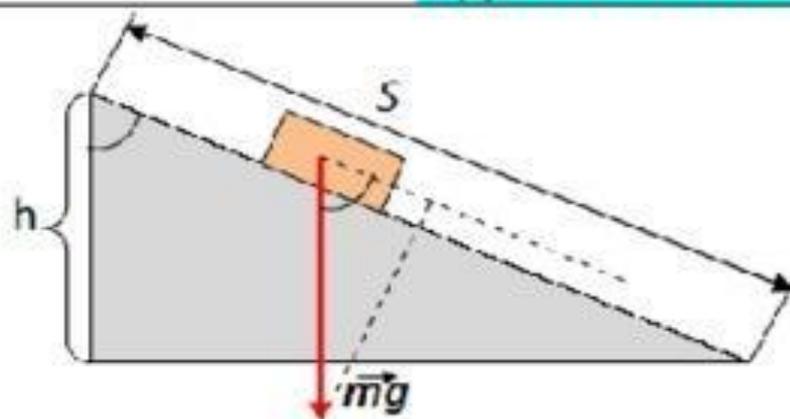
$$A = -mg(h_2 - h_1) = -mgh$$

Вниз из т.А в т.В



$$A = mg(h_1 - h_2) = mgh$$

## 2. Движение по наклонной плоскости



$$A = mg \cos \alpha; S \cos \alpha = h$$

$$A = mgh$$

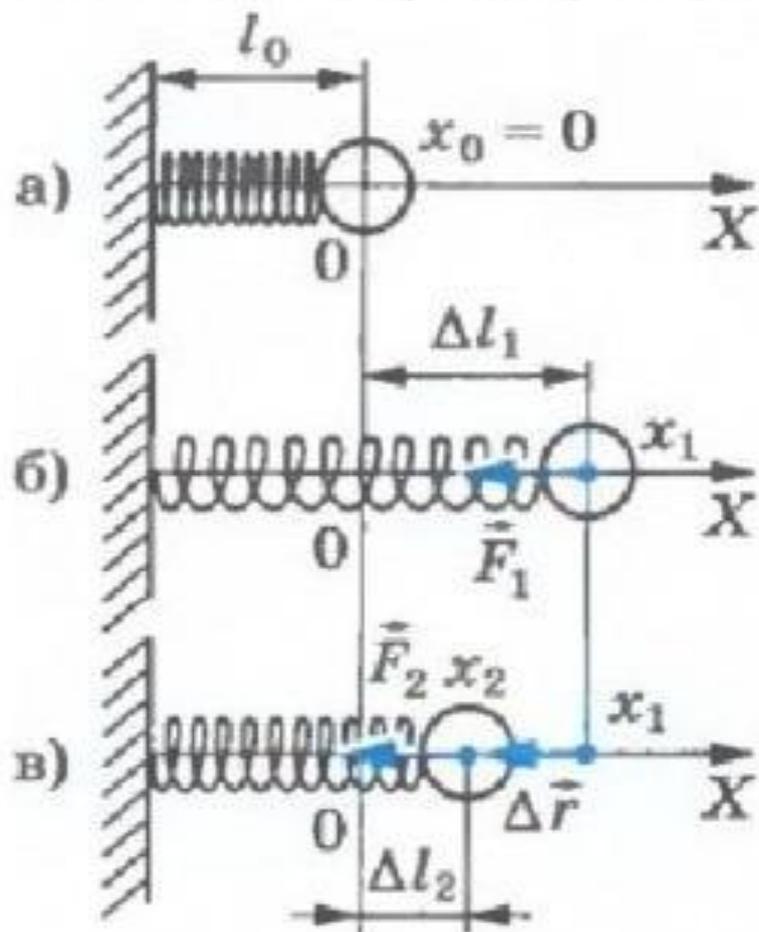
**Выигрыша в работе наклонная плоскость не дает.**

Наклонная плоскость уменьшает силу тяжести, но при этом тело проходит больший путь

# Работа силы упругости

Вычислим работу силы упругости при перемещении шара из точки с координатой  $x_1$  в точку с координатой  $x_2$ . Из рисунка в видно, что модуль перемещения равен:

$$|\Delta \vec{r}| = x_1 - x_2 = \Delta l_1 - \Delta l_2,$$



Вычислить работу силы упругости по формуле нельзя, так как эта формула справедлива лишь для постоянной силы, а сила упругости при изменении деформации пружин

$$A = \frac{k(\Delta l_1)^2}{2} - \frac{k(\Delta l_2)^2}{2}.$$

работа силы упругости не зависит от формы траектории

## Работа силы трения



*Сила трения направлена против движения тела  
Работа силы трения всегда отрицательна*



$$A = -F_{\text{тр}} \cdot s$$



# Единица работы в СИ



*Джеймс Прескотт  
Джоуль  
(24.12. 1818 - 11.10. 1889)*

*За единицу работы в Международной системе единиц (СИ) принята работа, которая совершается постоянной силой 1 Н при перемещении тела на 1 м по направлению действия силы.*

Эта единица работы называется джоулем (Дж) в честь английского учёного Джеймса Джоуля.

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

# Упражнение

1. Мяч брошен горизонтально, ракета поднимается вертикально вверх. В каком из указанных случаев движения тел работа силы тяжести:

- а) положительная?
- б) отрицательная?

*Работа силы тяжести положительная в первом случае, так как мяч, брошенный горизонтально, двигаясь по криволинейной траектории упадёт вниз. Сила тяжести направлена в ту же сторону, что и перемещение, т.е. вниз.*

*Работа силы тяжести отрицательная во втором случае, так как перемещение ракеты противоположно силе тяжести.*

# Упражнение

2. Деревянный брусок перемещают на расстояние 1 м равномерно по горизонтальной поверхности стола с помощью динамометра. Определите работу силы упругости пружины динамометра и работу силы трения скольжения, если показания динамометра 2 Н.

*По формуле  $A = F \cdot s$  определим работу  $A_1$  силы упругости  $F_{упр}$  модуль которой равен 2 Н:  $A_1 = 2 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м} = 2 \text{ Дж}$ .*

*Работа  $A_2$  силы трения  $F_{тр}$  равна по модулю работе силы упругости и противоположна по знаку:  $A_2 = -A_1$ .  
 $A_2 = -2 \text{ Дж}$ .*

# Выполните письменно

## задания

1. Укажите, в каком из перечисленных случаев совершается механическая работа.

**А.** Вода давит на стенку сосуда. **Б.** Мальчик удерживает ведро с водой в руках.

**В.** Капля воды падает вниз.

2. Укажите единицы измерения, которые не являются единицами измерения работы.

**А.** кДж. **Б.** МДж. **В.** Дж. **Г.** Нм. **Д.** Н.

3. Бочка заполнена водой. Пользуясь ведром, ровно половину воды из бочки вычерпала девочка, оставшуюся часть воды – мальчик. Одинаковую ли работу совершили девочка и мальчик?

**А.** Мальчик совершил большую работу, чем девочка.

**Б.** Девочка совершила большую работу, чем мальчик.

**В.** Одинаковую.

4. Определите работу, совершаемую при подъеме груза весом 4 Н на высоту 40 см.

5. Альпинист поднялся в горах на высоту 400 м. Определите механическую работу, совершенную альпинистом при подъеме, если его масса вместе со снаряжением равна 80 кг. Положительную или отрицательную при этом он совершает работу?

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Хижнякова Л.С., Синявина А.А. Физика: 7 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М.: Вентана-Граф, 2010.
- <http://phototimes.ru/image/bricklayer-with-hardhat-13604923/>
- <https://www.do.ektu.kz/journal/journal/archive/2/phizik5.htm>
- <http://www.nashaagasha.org/education/uchenym-zaplatyat-za-realizaciyu-p-roektov-v-kazaxstane/>
- <http://www.fort-personal.ru/docroot/office>
- <http://www.aif.ru/sport/news/24626>
- <http://www.omskpravda.ru/project/omsk-brand/4158-omskbrand0003.html>
- [www.vmresurs-podolsk.ru/map.html](http://www.vmresurs-podolsk.ru/map.html)
- [http://talks.guns.ru/forums/icons/forum\\_pictures/001490/1490291.jpg](http://talks.guns.ru/forums/icons/forum_pictures/001490/1490291.jpg)