

Законы сохранения в механике

1. Закон сохранения импульса и реактивное движение

Импульсом называют векторную величину, равную произведению массы тела на ее скорость.

$$q = mv$$

Закон сохранения импульса является следствием второго и третьего законов Ньютона

Закон сохранения импульса действует как в замкнутых, так и в незамкнутых системах.

При взаимодействии тел замкнутой системы полный импульс системы остается неизменным, т.е. внутренние силы не могут изменить полного импульса системы ни по модулю, ни по направлению.

$$q = mv_1 + mv_2 + \dots + mv_n = \text{const}$$

Изменение импульсов тел в незамкнутой системе происходит как под действием внутренних сил, так и под действием внешних сил.

$$\begin{aligned} \delta q_1 &= F_{\text{вн1}} t + F_{\text{вш1}} t \\ \delta q_2 &= F_{\text{вн2}} t + F_{\text{вш2}} t \end{aligned}$$

где t - время действия внешних и внутренних сил.

Реактивное движение

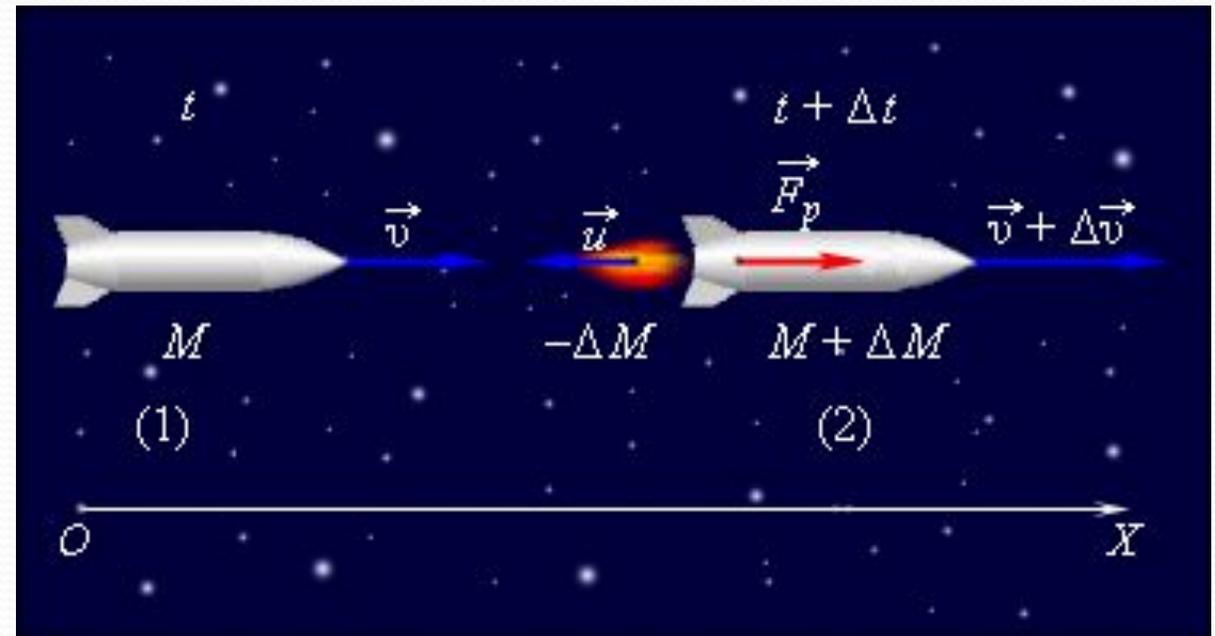
Движение тела, возникающее вследствие отделения от него части его массы с некоторой скоростью, называют **реактивным**.

Для осуществления реактивного движения не требуется взаимодействия тела с окружающей средой.

Скорость, получаемая системой с массой m_2 , зависит от выброшенной массы m_1 и скорости v_1 ее выбрасывания.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0, \text{ то } m_1 v_1 = -m_2 v_2,$$

т. е. $v_2 = -v_1 m_1 / m_2$; $v = (-m/M)u$

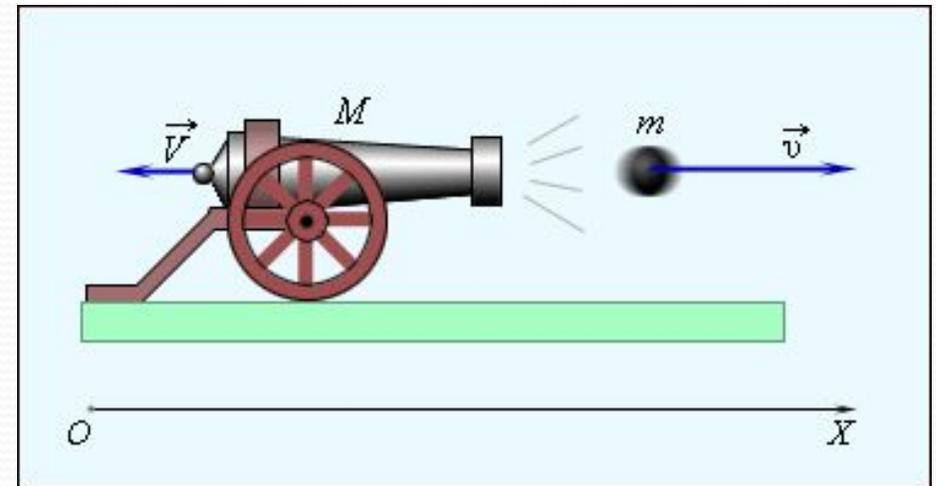


Примеры реактивного движения

Тепловой двигатель, в котором сила тяги, возникающая за счет реакции струи вылетающих раскаленных газов, приложена непосредственно к его корпусу, называют реактивным.

В отличие от других транспортных средств устройство с реактивным двигателем может двигаться в космическом пространстве.

Выстрел из орудия: Если известна скорость ядра, ее масса и масса ружья, можно определить скорость, которую приобрела пушка после выстрела.



Значение работ Циолковского для КОСМОНАВТИКИ

Основоположником теории космических полетов является выдающийся русский ученый Циолковский (1857 - 1935). Он дал общие основы теории реактивного движения, разработал основные принципы и схемы реактивных летательных аппаратов, доказал необходимость использования многоступенчатой ракеты для межпланетных полетов. Идеи Циолковского успешно осуществлены в СССР при постройке искусственных спутников Земли и космических кораблей.

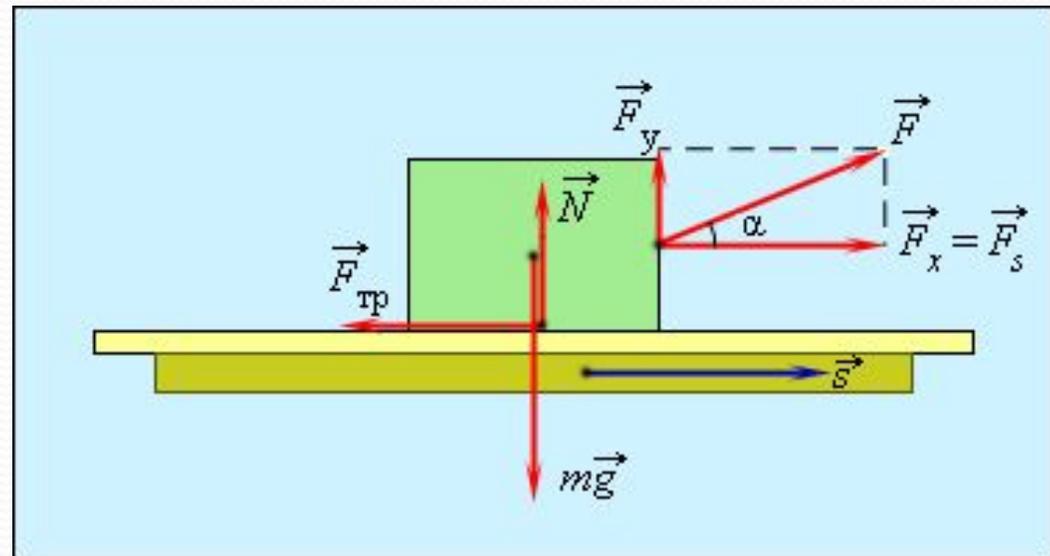
Основоположником практической космонавтики является советский ученый академик Королев (1906 - 1966). Под его руководством был создан и запущен первый в мире искусственный спутник Земли, состоялся первый в истории человечества полет человека в космос. Первым космонавтом Земли стал советский человек Ю.А. Гагарин (1934 - 1968).

2. Работа и энергия

Энергетические характеристики движения вводятся на основе понятия механической работы или работы силы.

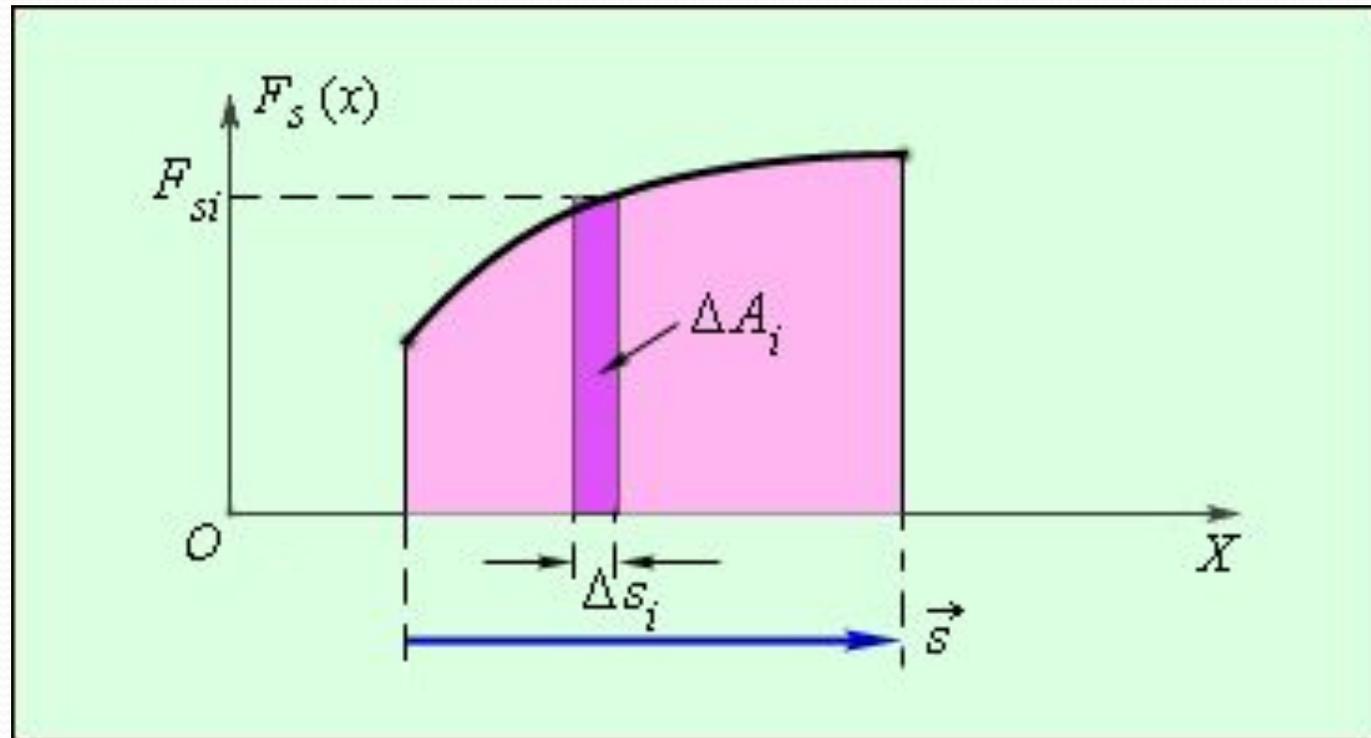
Работой A , совершаемой постоянной силой называется физическая величина, равная произведению модулей силы и перемещения, умноженному на косинус угла α между векторами силы и перемещения

$$A = F S \cos \alpha$$

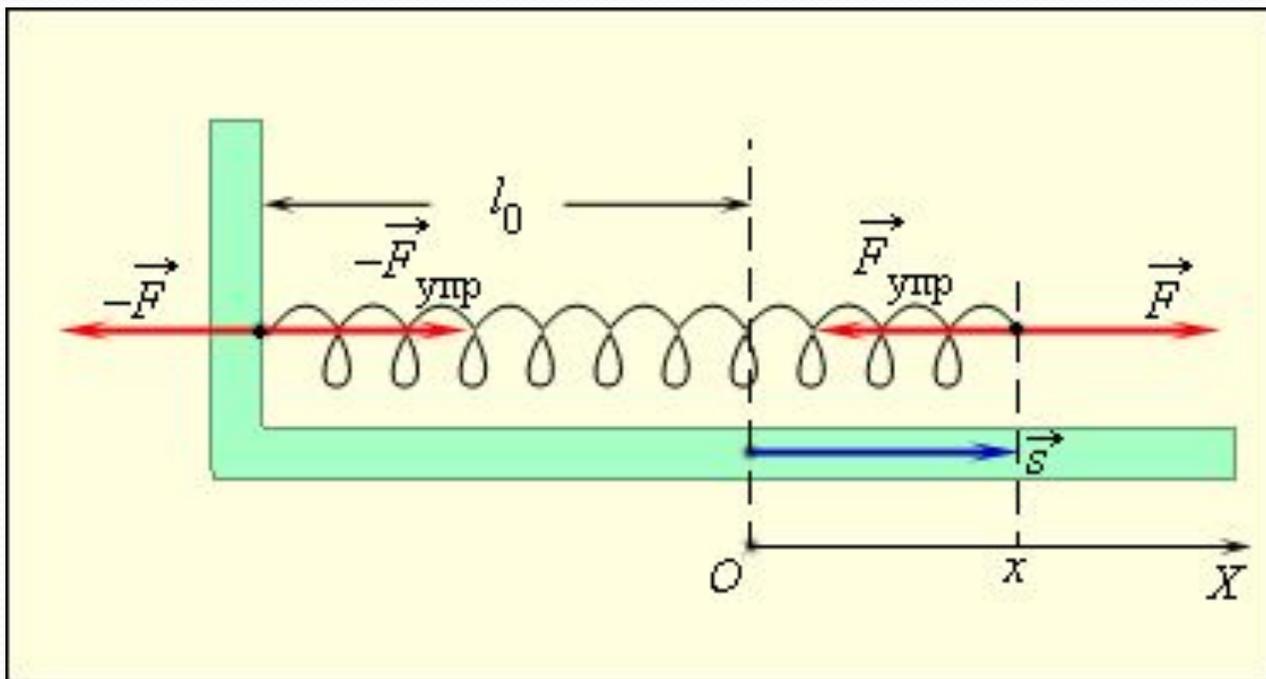


Графическое определение работы

Графически работа определяется по площади криволинейной фигуры под графиком $F_s(x)$.

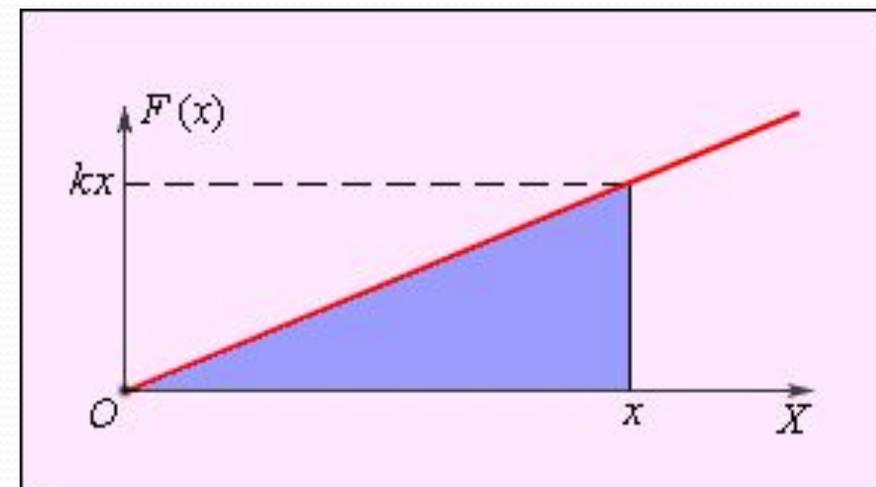


Растянутая пружина



Направление внешней силы совпадает с направлением перемещения k – жесткость пружины.

Зависимость модуля внешней силы от координаты x изображается на графике прямой линией

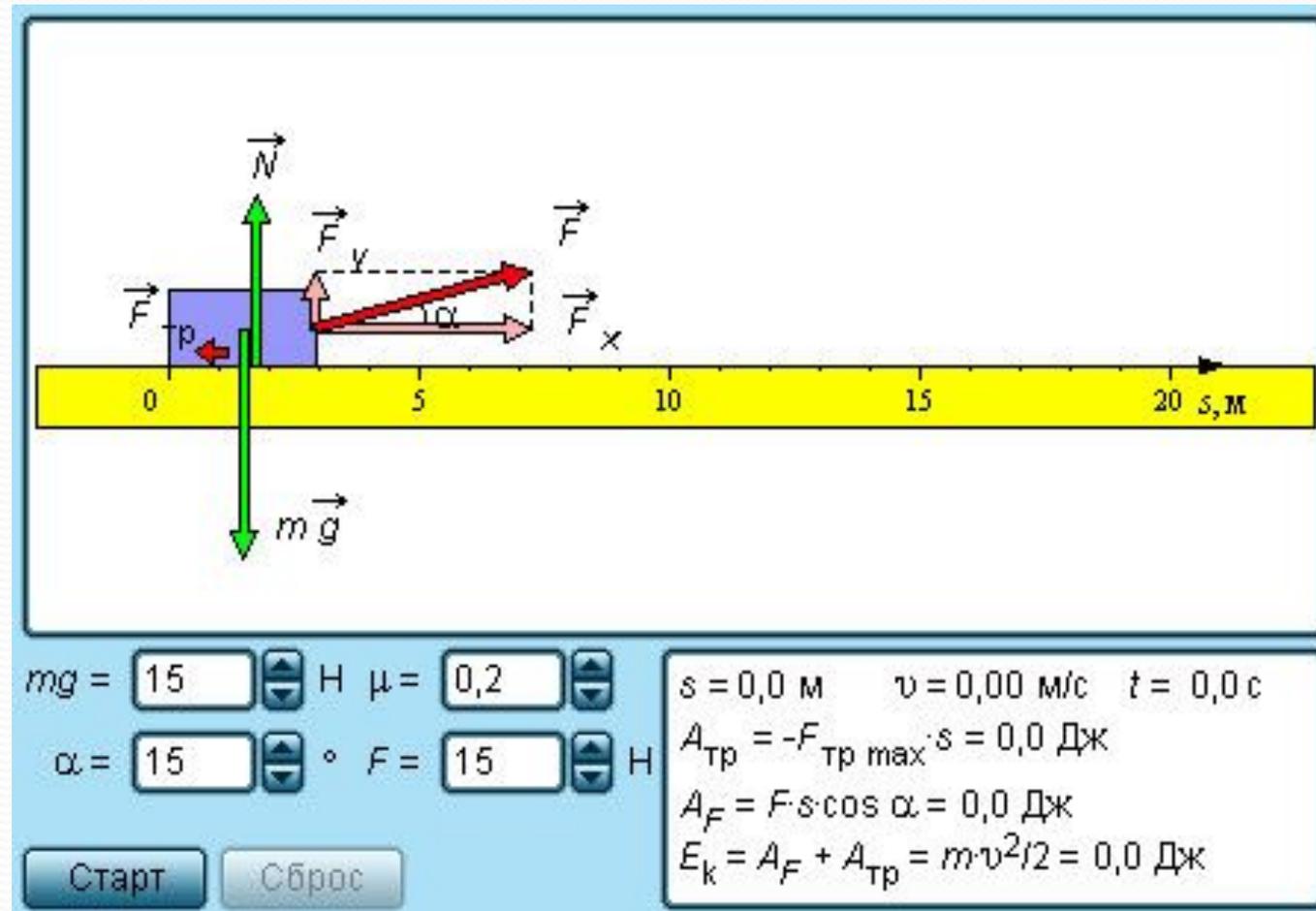


По площади треугольника на графике можно определить работу, совершенную внешней силой, приложенной к правому свободному концу пружины:

$$A = kx^2 / 2$$

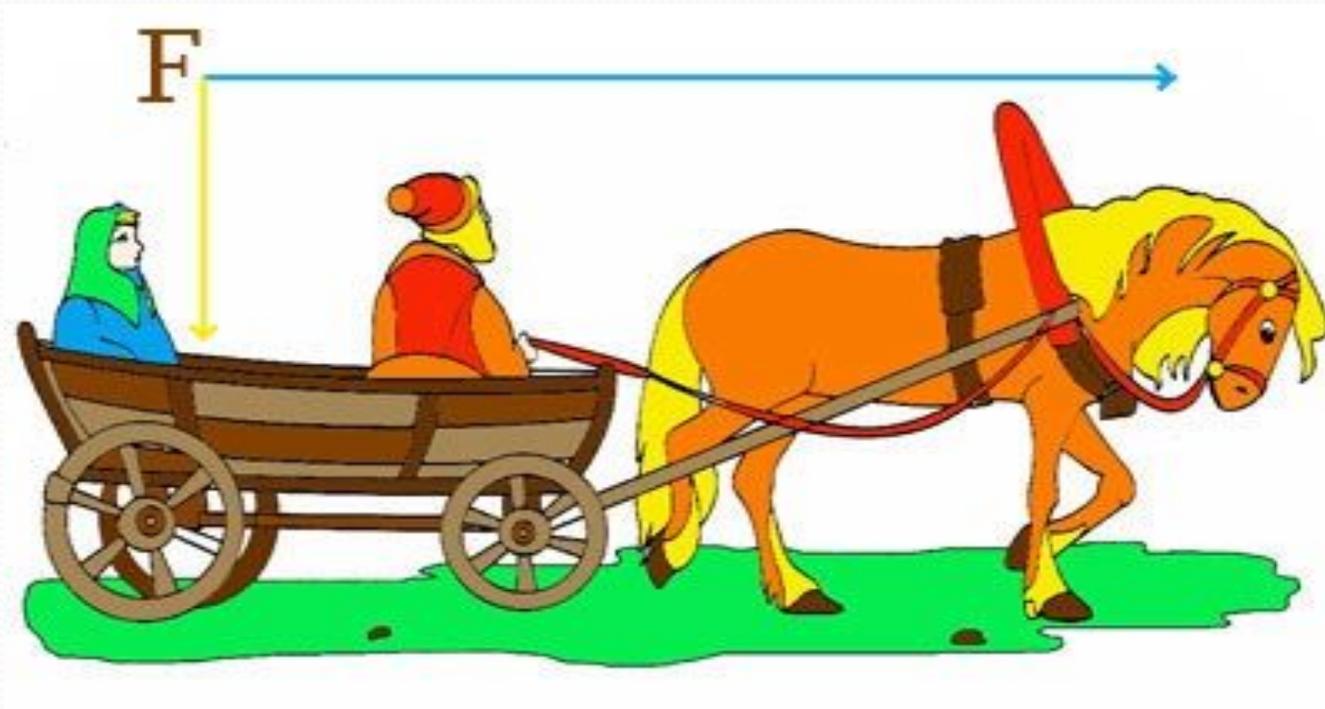
Этой же формулой выражается работа, совершенная внешней силой при сжатии пружины.

При поступательном движении тела, когда точки приложения всех сил совершают одинаковое перемещение, общая работа всех сил равна работе равнодействующей приложенных сил.



Закон сохранения механической энергии

Механическая энергия — это энергия, связанная с движением объекта или его положением, способность совершать механическую работу.

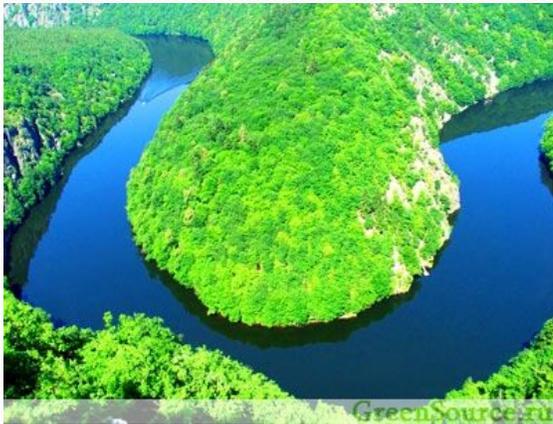


Источники энергии

Ветер



Приливы и отливы
морей и океанов

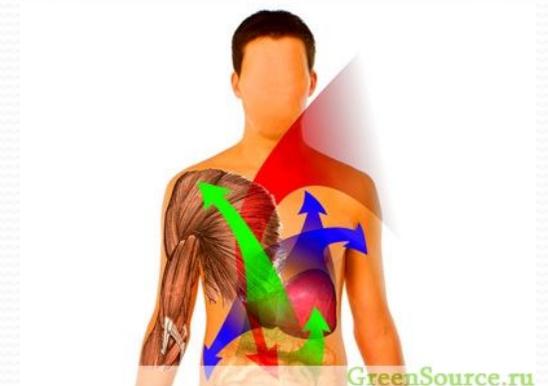


Течение рек



Животные

Человек



Виды энергии

1. Кинетическая энергия - это энергия, которую тело имеет только при движении. Когда тело не движется, кинетическая энергия равна нулю.

$$E_k = mv^2/2$$

Изменение кинетической энергии тела за некоторый промежуток времени равно работе, совершенной за это время силой, действующей на тело: $A = \Delta E_k$

2. Потенциальная энергия - это величина, равная работе, которую должна совершить потенциальная сила, чтобы переместить тело из рассматриваемого положения в нулевое.

$$E_{\text{п}} = mgh$$

Если работа силы по любой замкнутой траектории равна нулю, силу называют потенциальной.

Работа потенциальных сил определяется только начальным и конечным положением тела.

Формулы потенциальной энергии для разных видов сил

1. Для тела, взаимодействующего с Землей и находящегося на высоте h над ее поверхностью:

$$E_{\text{п}} = mgh$$

2. Для упругодеформированной пружины жесткостью k , растянутой на величину x :

$$E_{\text{п}} = kx^2/2$$

Работа потенциальных сил равна изменению потенциальной энергии, взятому с противоположным знаком:

$$A = -\Delta E_{\text{п}}$$

Вывод закона сохранения механической энергии

Механическая энергия консервативной механической системы сохраняется во времени, т.е. при отсутствии реактивных сил (например, сил трения) механическая энергия не возникает из ничего и не может никуда исчезнуть.

$$E_{k1} + E_{п1} = E_{k2} + E_{п2},$$

где E_{k1} , $E_{п1}$ — кинетическая и потенциальная энергии системы какого-либо взаимодействия,

E_{k2} , $E_{п2}$ — соответствующие энергии после взаимодействия.

Закон сохранения механической энергии

При любых процессах, происходящих в системе тел, ее полная механическая энергия остается неизменной, т. е. $E = \text{const}$.

В этом случае при всяком увеличении кинетической энергии потенциальная энергия уменьшается ровно на столько же, и наоборот.

3. Мощность

Работа силы, совершаемая в единицу времени, называется мощностью.

Мощность N это физическая величина, равная отношению работы A к промежутку времени t , в течение которого совершена эта работа:

$$N=A/t$$

В Международной системе (СИ) единица мощности называется ватт (Вт). Ватт равен мощности силы, совершающей работу в 1 Дж за время 1 с.

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/1с}$$

КПД простых механизмов

Простые механизмы – это приспособления, изменяющие величину или направление приложенных к телу сил, применяются для перемещения или подъема больших грузов с помощью небольших усилий.

К таким механизмам относятся рычаг и его разновидности, ворот, наклонная плоскость и ее разновидности.

Виды механизмов

1. Рычаг: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}$

2. Неподвижный блок: $F_1 = F_2$

3. Подвижный блок: $F_1 = \frac{F_2}{2}$

4. Полиспаст (система блоков):

$$F_1 = \frac{F_2}{2n} \quad F_1 = \frac{F_2}{2^n}$$

5. Винт: $F_1 = \frac{F_2 h}{2\pi r} = F_2 \operatorname{tg} \alpha$

КПД – это отношение полезной работы ко всей затраченной работе.

$$\eta = \frac{A_n}{A_z} \cdot 100\%$$

Золотое правило механики: выигрывая с помощью механизма в силе, мы во столько же раз проигрываем в пути, и наоборот.