

КУРС ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ЛЕКЦИЯ 3

РАБОТА, МОЩНОСТЬ, ЭНЕРГИЯ. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ СИЛОВЫЕ ПОЛЯ

РАБОТА В МЕХАНИКЕ

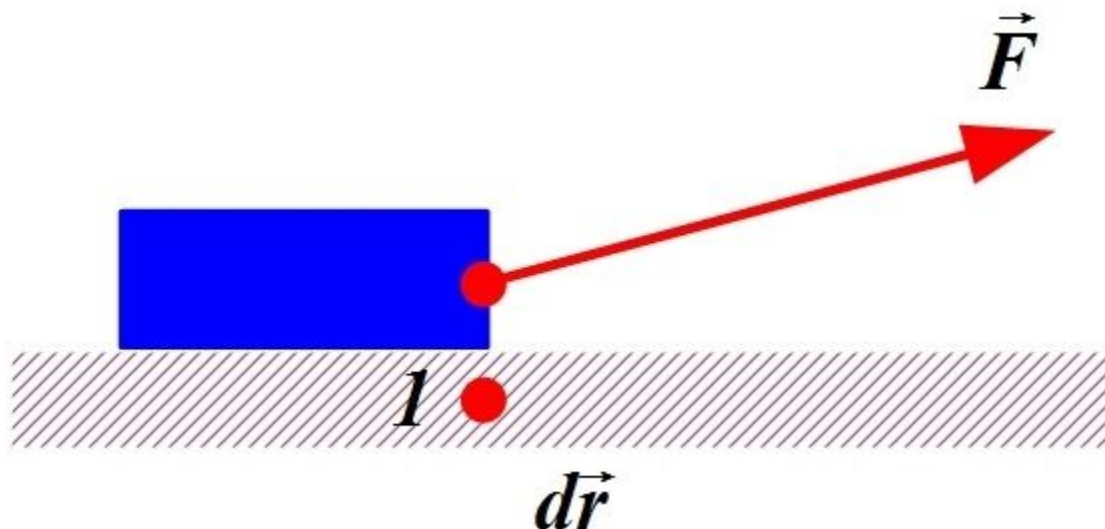


РАБОТА В МЕХАНИКЕ

Работа – это физическая скалярная величина, которая характеризует процесс перемещения под действием силы.

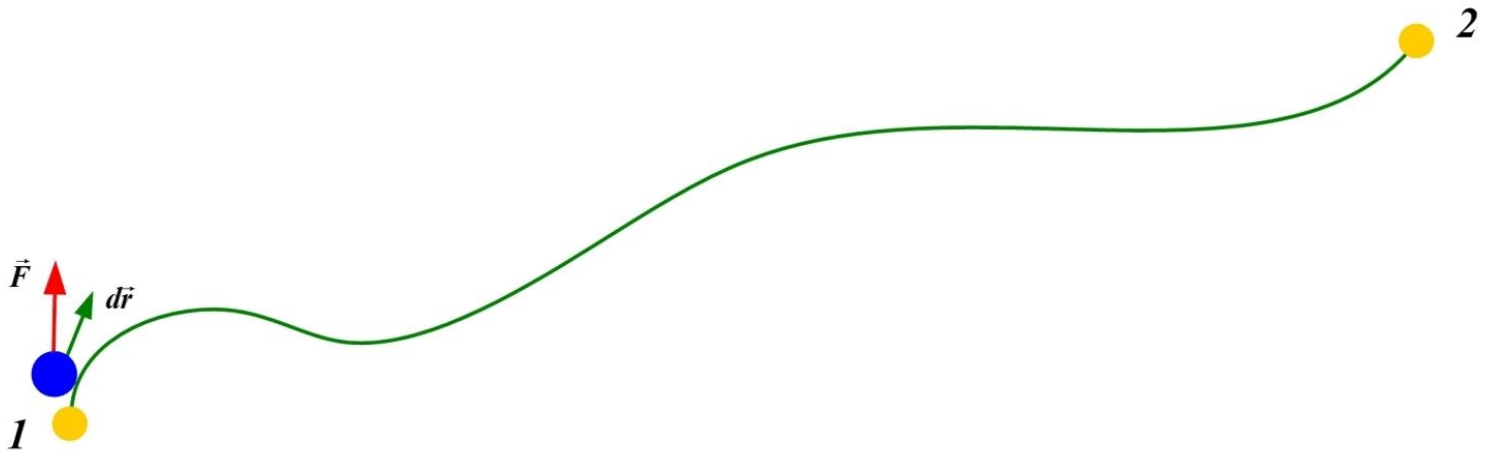
Если м.т. под действием постоянной силы совершила бесконечно малое перемещение $d\vec{r}$, то элементарная работа этой силы:

$$\delta A = \vec{F} \cdot d\vec{r}$$



РАБОТА В МЕХАНИКЕ

В общем случае, при движении тела под действием переменной силы работа на конечном участке пути 1 - 2



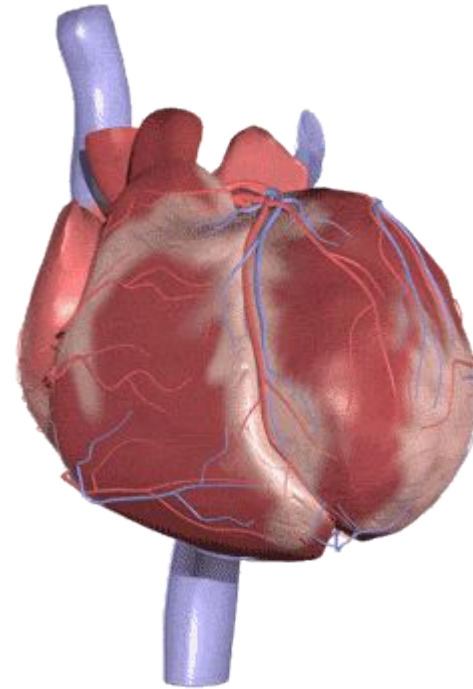
определяется как

$$A_{12} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

РАБОТА В МЕХАНИКЕ

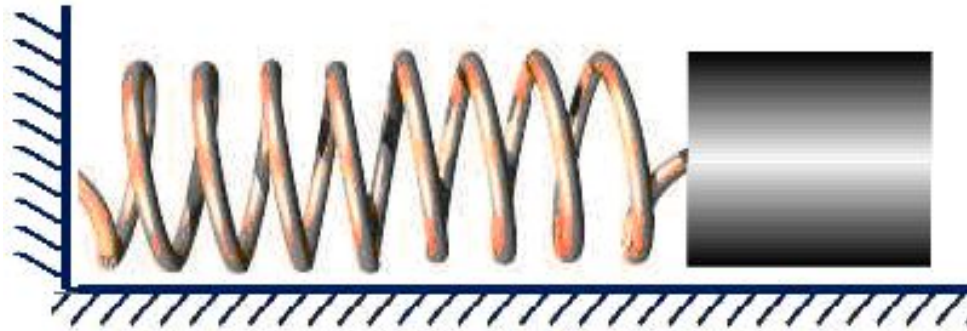


При перелете с большого пальца руки человека на указательный комар совершает работу –
0, 000 000 000 000 000 000 000
000 000 001 Дж



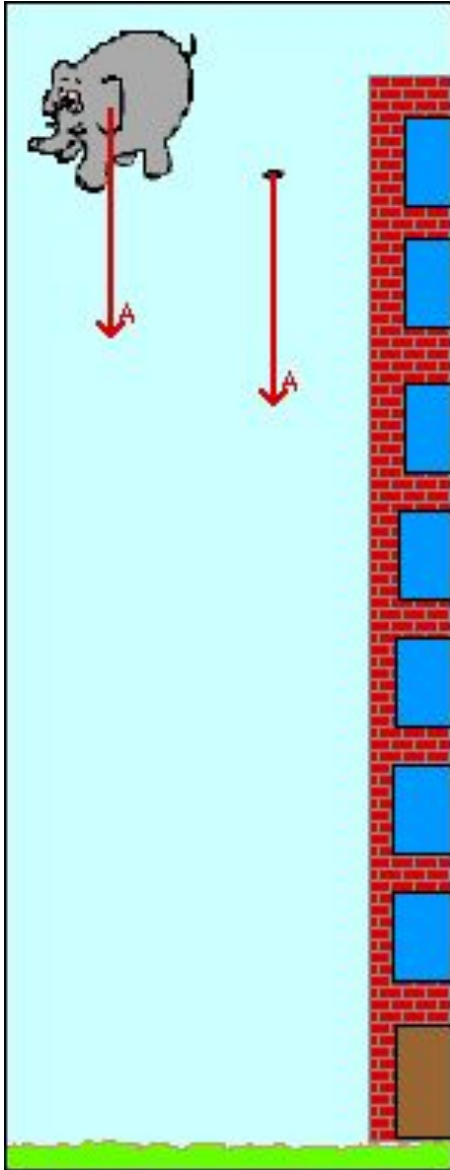
Сердце человека за одно сокращение совершает приблизительно 1 Дж работы, что соответствует работе, совершенной при поднятии груза массой 10 кг на высоту 1 см.

РАБОТА СИЛЫ УПРУГОСТИ



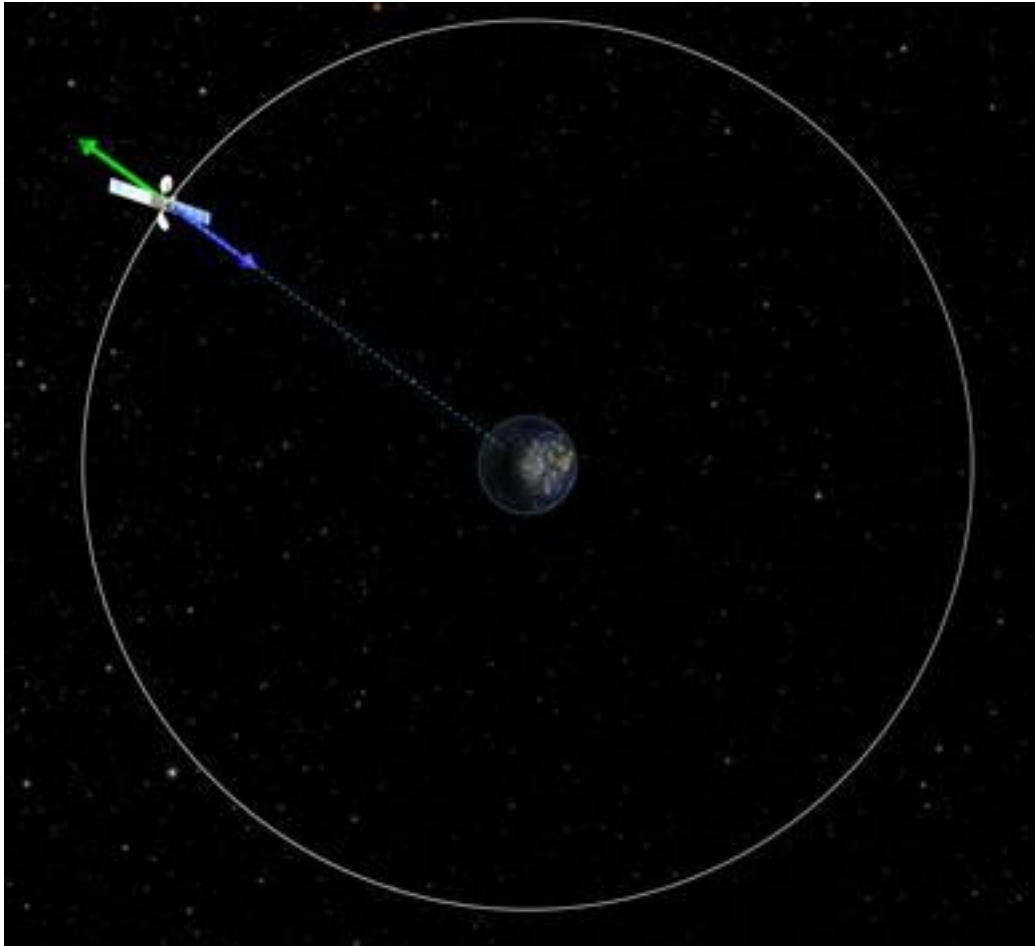
$$A_{12} = \frac{k \cdot x_1^2}{2} - \frac{k \cdot x_2^2}{2}$$

РАБОТА СИЛЫ ТЯЖЕСТИ



$$A_{12} = mgh_{12}$$

РАБОТА СИЛЫ ГРАВИТАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



$$A_{12} = GMm \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

МОЩНОСТЬ

Мощность – физическая величина, характеризующая скорость выполнения работы.

$$N = \delta A / dt$$

$$N = \delta A / dt = \overset{\Delta}{F} \left(d\overset{\Delta}{r} / dt \right) = \overset{\Delta}{F} \overset{\Delta}{v}$$

Средняя мощность – это физическая скалярная величина, равная отношению работы к интервалу времени, за который она выполнена

$$\langle N \rangle = A / t$$

МОЩНОСТЬ



Джеймс Уатт (1736 - 1819) пользовался
единицей мощности - лошадиная сила
 $1 \text{ л.с.} = 735 \text{ Вт}$



Считается, что в среднем мощность
человека при спокойной ходьбе
равна приблизительно $0,1 \text{ л.с.}$ т.е 70
– 90 Вт

КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ И РАБОТА

Энергия – важнейшая физическая величина, характеризующая способность тела или системы тел совершать работу при определенных условиях.

В механике рассматриваются только два вида энергии: кинетическая и потенциальная. **Кинетическая энергия** – это энергия, которой обладают тела вследствие движения, и определяющаяся выражением

$$E_k = \frac{m v^2}{2}$$

, где m – масса тела; v – скорость тела.

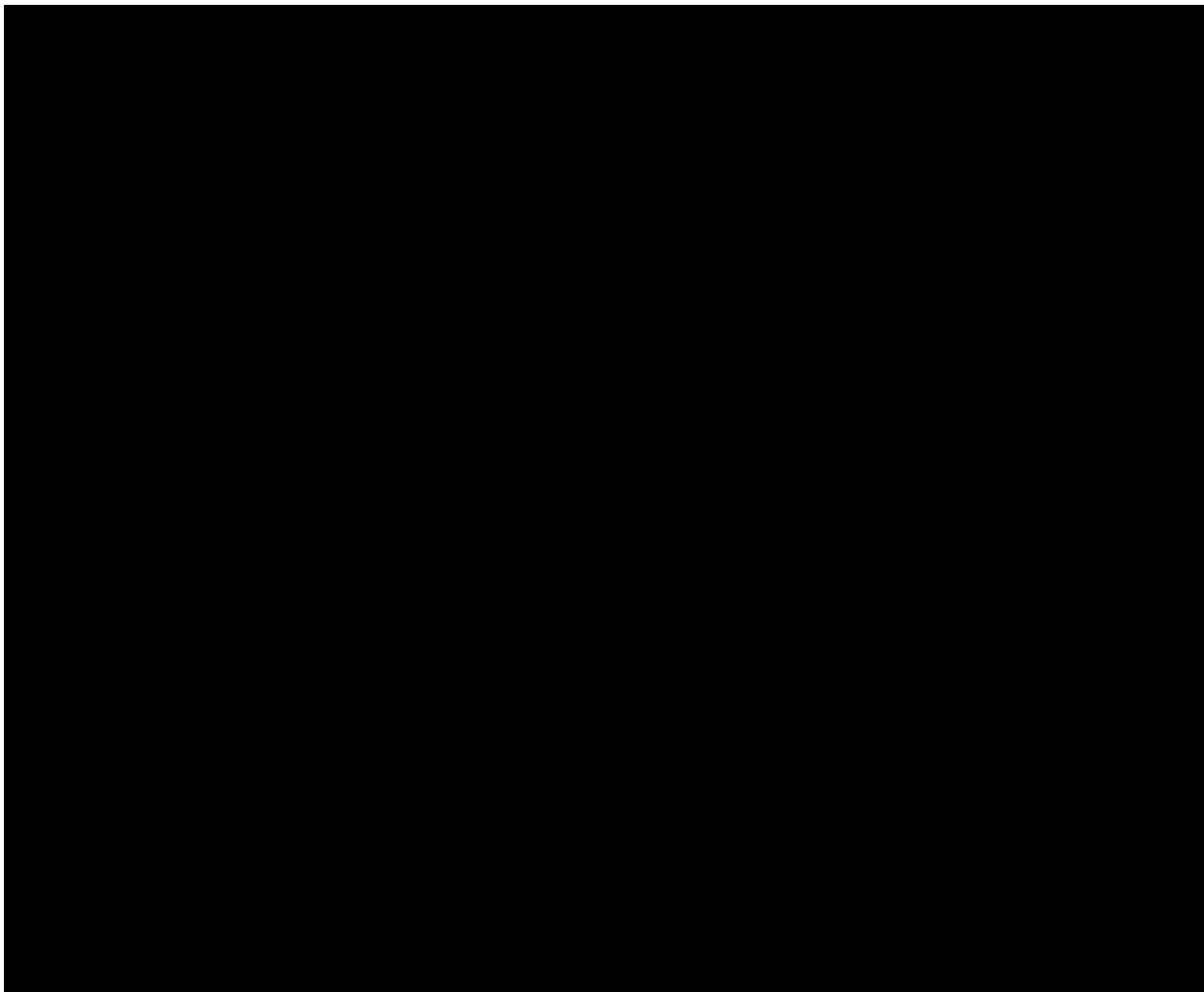
Для E_k справедлива теорема об изменении кинетической энергии:

Работа равнодействующей всех сил, приложенных к м.т., равна изменению кинетической энергии точки, которое произошло за время действия сил:

$$A_{12} = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = E_{k2} - E_{k1}$$

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

СИЛА ТРЕНИЯ И КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ



КОНСЕРВАТИВНЫЕ И НЕКОНСЕРВАТИВНЫЕ СИЛЫ

Все силы в механике делят на **консервативные** и **неконсервативные**. **Консервативные** или **потенциальные** силы – это силы, работа которых не зависит от формы траектории, по которой тела переходят из одного положения в другое (например, силы упругости, силы гравитационного взаимодействия).

К неконсервативным силам относят диссипативные силы. **Диссипативные силы** – это силы, полная работа которых в замкнутой системе всегда отрицательная (например, сила трения). Под действием диссипативных сил определенная часть механической энергии переходит во внутреннюю энергию тел.

Работа консервативных сил является функцией состояния, т.е. может быть представлена в виде разности значений некоторой функции координат и скоростей, а элементарную работу этих сил обозначают полным дифференциалом dA .

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ СИЛОВЫЕ ПОЛЯ. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ. УСЛОВИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОСТИ СИЛОВОГО ПОЛЯ

Если на систему м.т. действуют только консервативные или гироскопические силы, то для этой системы можно ввести понятие потенциальной энергии.

Потенциальная энергия – это физическая величина, характеризующая способность тела (м.т.) совершать работу за счет его нахождения в поле действия сил.

Если на м.т. в каждой области пространства действует сила, то говорят, что м.т. находится в силовом поле. Силовое поле называется потенциальным, если его можно представить некоторой функцией $U(x, y, z, t)$, такой что ее частные производные по координатам определяют проекции F_x, F_y, F_z силы \mathbf{F} на декартовы оси:

$$F_x = -\frac{\partial U}{\partial x}; F_y = -\frac{\partial U}{\partial y}; F_z = -\frac{\partial U}{\partial z},$$

где U – называется потенциальной энергией.

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ СИЛОВЫЕ ПОЛЯ. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ. УСЛОВИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОСТИ СИЛОВОГО ПОЛЯ

Условием потенциальности силового поля является:

$$\vec{F} = - \left(\frac{\partial U}{\partial x} \cdot \vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \cdot \vec{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \cdot \vec{k} \right) = -grad U$$

Для стационарных силовых полей (не зависят от времени) элементарная работа сил поля исходя из вышеприведенного выражения запишется как:

$$dA = -dU$$

Значит, работа консервативных сил обуславливает убыль потенциальной энергии механической системы.

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Для замкнутых механических систем, в которых действуют консервативные силы справедлив закон сохранения механической энергии:

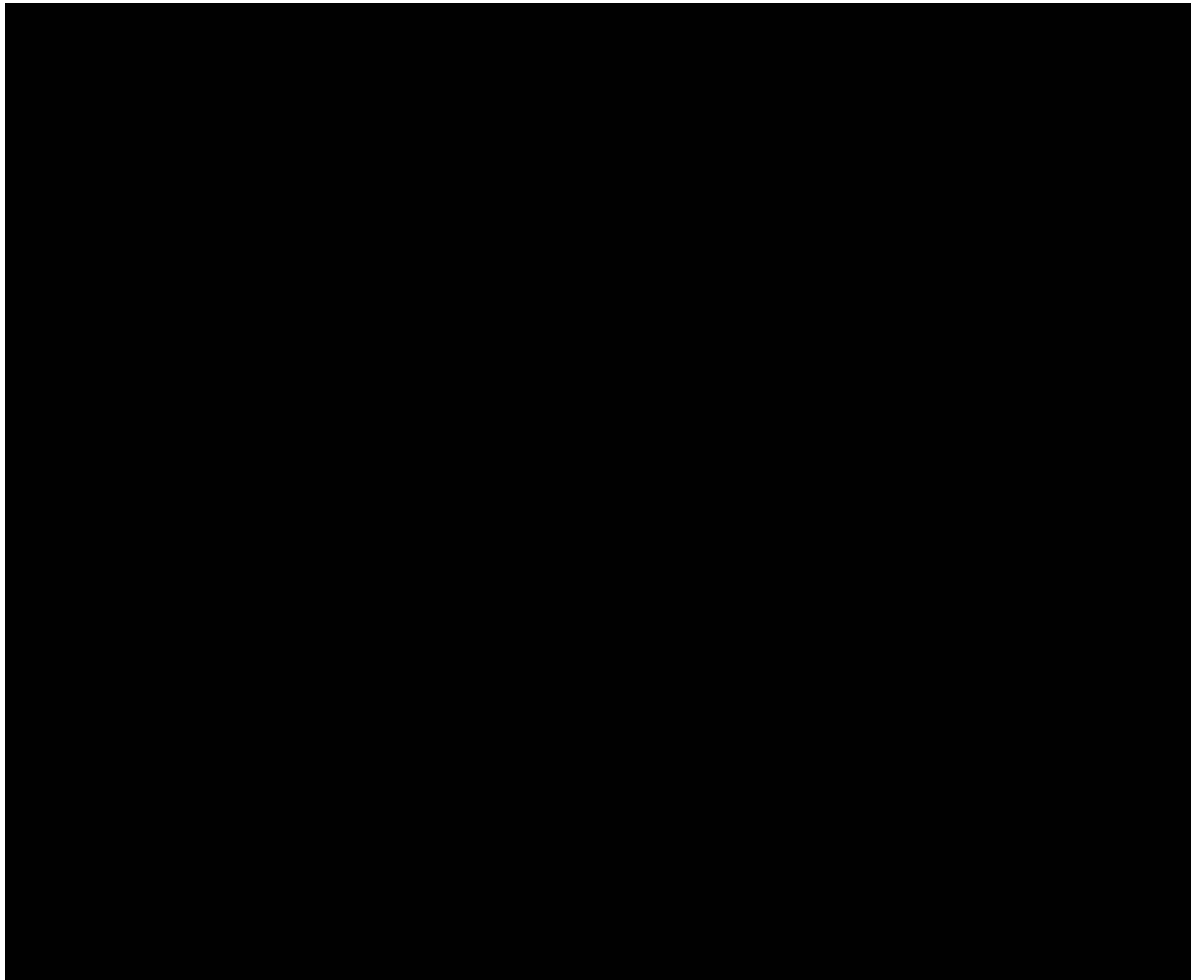
сумма кинетической и потенциальной энергий замкнутой системы материальных точек, между которыми действуют только консервативные силы, остается постоянной

$$E_k + U = \text{const}$$

В основе закона сохранения механической энергии лежит **однородность времени**, т. е. равнозначность всех моментов времени (симметрия по отношению к сдвигу начала отсчета времени). Равнозначность следует понимать в том смысле, что замена момента времени t_1 на момент времени t_2 , без изменения значений координат и скорости частиц, не изменяет механические свойства системы. Это означает то, что после указанной замены, координаты и скорости частиц имеют в любой момент времени $t_2 + t$ такие же значения, какие имели до замены, в момент времени $t_1 + t$.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ДЕФОРМИРОВАННОЙ ПРУЖИНЫ



МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПРИ СВОБОДНОМ ПАДЕНИИ

