

Энергия. Закон сохранения энергии.

©<http://eduquest.ucoz.ru>

Энергия

Если система может совершить работу, то говорят, что она обладает энергией.

Совершая работу, тело переходит из одного состояния в другое, в котором его энергия минимальна.

В природе: любая система стремится перейти в такое состояние, в котором его энергия минимальна.

При совершении работы энергия постепенно расходуется.

Энергия

Чтобы система опять приобрела способность совершать работу, необходимо изменить ее состояние.

Энергия – это физическая величина, определяемая состоянием системы – положением тел и их скоростей.

Изменение энергии при переходе из одного состояния в другое равно работе внешних сил.

Энергия

Два вида энергии

кинетическая

- это энергия движения, ей обладает только движущееся тело.

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

E_k – кинетическая энергия тела, Дж
 m – масса тела, кг
 v – скорость тела, м/с

потенциальная

- это энергия взаимодействия. Например, ей обладает любое тело, поднятое над поверхностью земли на некоторую высоту

$$E_p = mgh$$

Энергия

Кинетическая энергия – это величина, относящаяся только к одному телу!!!

$$E_k$$

Потенциальная энергия – это всегда энергия взаимодействия по меньшей мере двух тел (или частей одного тела) друг с другом!!!

$$E_p$$

Энергия

E_k

- ✓ Зависит только от скоростей тел;
- ✓ Всегда положительна;
- ✓ ее изменение всегда работе действующих на тело сил;

Положительная работа внутренних сил всегда приводит к увеличению кинетической энергии, но обязательно уменьшает энергию потенциальную.

E_p

- ✓ зависит только от расстояний между телами;
- ✓ может быть как положительной, так и отрицательной;
- ✓ ее изменение всегда равно (со знаком и минус) работе только **консервативных сил** (но не сил трения, зависящих от скорости).

$$E_k = A, \text{ но } E_p = -A$$

Энергия

Консервативные силы

- силы, зависящие только от расстояний между телами, но не зависящие от формы траектории и скоростей тел.

Энергия

Теорема об изменении кинетической

Изменение кинетической энергии тела за некоторый промежуток времени равно работе, совершенной за это время силой, действующей на тело:

$$A = \Delta E_{k2} - \Delta E_{k1} = - \Delta E_k$$

Работа равна приращению кинетической энергии

Если $A > 0$, то E_k - увеличивается

Если $A < 0$, то E_k - уменьшается

Энергия

Работа равна убыли потенциальной энергии

$$A = - (\Delta E_{p2} - \Delta E_{p1}) = - \Delta E_p$$

Работа силы тяжести:

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

Когда сила тяжести совершает отрицательную работу,
то потенциальная энергия увеличивается

Когда сила тяжести совершает положительную
работу, то потенциальная энергия уменьшается

Энергия

Работа определяет лишь изменение потенциальной энергии, поэтому лишь изменение энергии имеет физический смысл

Поэтому можно произвольно выбрать состояние системы, в котором ее потенциальная энергия считается равной нулю.

Этому состоянию соответствует нулевой уровень потенциальной энергии

Нулевой уровень потенциальной энергии системы = состояние системы с минимальной энергией!!!
Тогда она всегда положительна!!!

Энергия

Принцип минимума потенциальной энергии:

Любая замкнутая система стремится перейти в такое состояние, в котором ее потенциальная энергия минимальна.

Состояние с меньшей потенциальной энергией является энергетически выгодным

Энергия

Примеры состояний с минимальной потенциальной энергией:

Пружина при отсутствии деформации

$$E_p = \frac{k(\Delta l)^2}{2}$$

Камень, лежащий на поверхности Земли

$$E_p = mgh$$

Энергия

Виды равновесия:

устойчивое

The diagram consists of a vertical green bar on the left side. From the top of this bar, three horizontal arrows point to the right, each entering a light green rectangular box. The boxes are stacked vertically and contain the text 'устойчивое', 'неустойчивое', and 'безразличное' from top to bottom.

неустойчивое


безразличное

Энергия

Виды равновесия:




устойчивое




- равновесие, при котором тело, выведенное из положения равновесия, возвращается в первоначальное положение.

Энергия

Виды равновесия:




неустойчивое




- равновесие, при котором тело, выведенное из положения равновесия, не возвращается в первоначальное положение.

Энергия

Виды равновесия:



безразличное



- равновесие, при котором соседние положения тела также являются равновесными.

Закон сохранения энергии

В замкнутой системе:

$A > 0$ – внутренних сил

$A < 0$ – внутренних сил

- увеличивает
кинетическую энергию и
уменьшает
потенциальную

- увеличивает
потенциальную энергию и
уменьшает кинетическую

Выполняется закон сохранения
энергии!!!

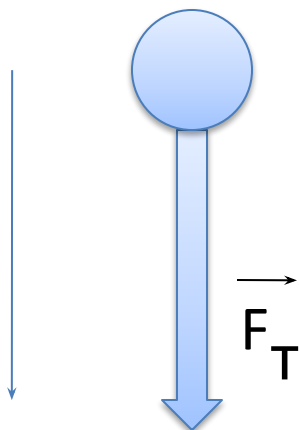
Закон сохранения энергии

Система: Земля + поднятый над ней

камень

$$A = \Delta E_k \quad A = -\Delta E_p \quad \longrightarrow \quad \Delta E_k = -\Delta E_p$$

камень



$$\Delta E_k + \Delta E_p = 0 \quad \longrightarrow \quad \Delta(E_k + \Delta E_p) = 0$$

Изменение суммы кинетической и потенциальной энергий равно нулю.

$$E = E_k + E_p$$

- полная механическая энергия системы

$$\Delta(E_k + \Delta E_p) = 0 \quad \longrightarrow \quad E_k + E_p = \text{const}$$

Земля

- это значит, что механическая энергия сохраняется

Закон сохранения энергии

В замкнутой системе, в которой действуют консервативные силы

энергия сохраняется

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = const$$

или


$$\frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2$$

$$E_p = mgh$$

Это уравнение позволяет очень просто находить скорость камня v_2 на любой высоте h_2 над Землей, если известна начальная скорость v_1 камня на исходной высоте h_1 .

Закон сохранения энергии

Закон сохранения энергии:

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


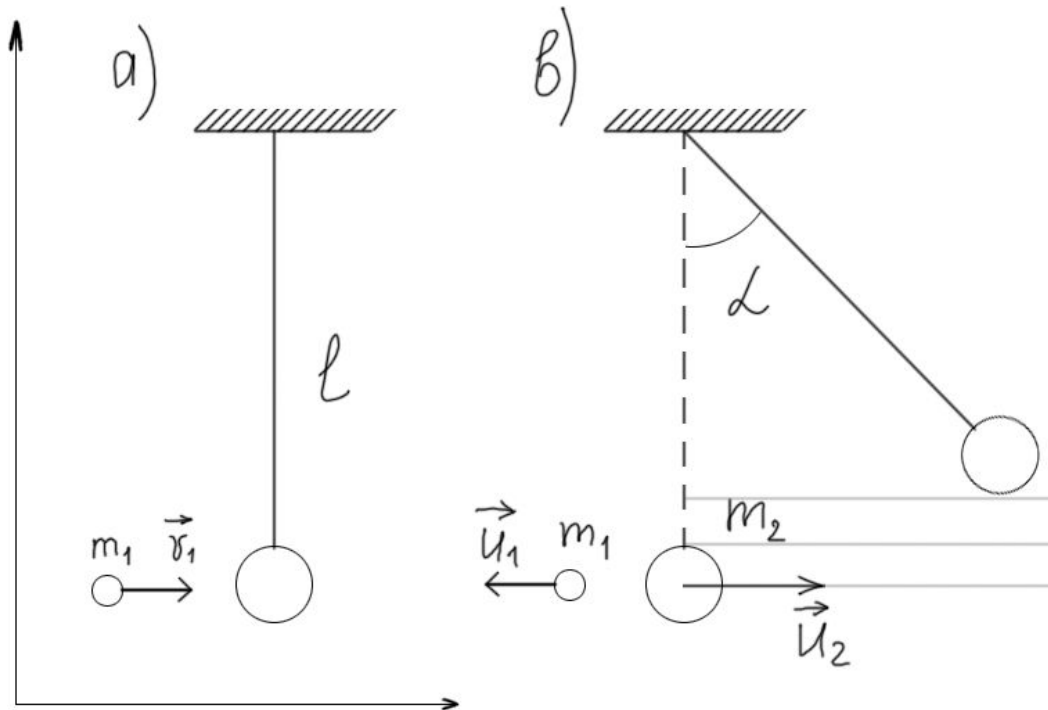
Сумма кинетических
энергий всех тел

Сумма потенциальных
энергий всех тел

Обобщается для любого числа тел и любых
консервативных сил взаимодействия между

НИМИ

Задача (за решение отдельная оценка)



Пуля массой $m_1 = 10$ г, летящая горизонтально, абсолютно упруго соударяется с шаром массой $m_2 = 6$ кг, подвешенным на легком стержне длиной $l = 1$ м, и отскакивает в противоположном направлении. В результате удара шар отклоняется от вертикали на угол альфа, равный 40 градусам. Найти скорость пули до и после удара. Массой стержня пренебречь.

Решение задач

З А Д А Ч И

1. Для разрезания сыра толщиной 15 см требуется усилие 40 Н. Какая при этом совершается работа? **[6 Дж]**
2. Деревянный контейнер массой $m = 200$ кг равномерно передвинули по деревянному полу на расстояние $l = 5$ м. Найдите работу, совершенную при таком перемещении. Коэффициент трения скольжения $\mu = 0,5$ (см. табл. 8). **[4,9 Дж]**
3. Сердце взрослого человека за одно сокращение прогоняет около 160 см^3 крови. Оно сокращается примерно 70 раз в минуту, совершая работу 1 Дж за каждое сокращение. Какую работу совершает сердце за день? **[100 кДж]**
4. Упряжка собак, протаскивая сани по горизонтальному пути длиной 10 км, совершает работу 980 кДж. Считая коэффициент трения равным 0,02, найдите массу саней. **[500 кг]**
5. Найдите массу груза, если для его подъема на высоту 20 м подъемник совершает работу 9,8 кДж. **[50 кг]**

Решение задач

З А Д А Ч И

1. Тело массой $m = 1$ кг имеет потенциальную энергию $E_p = 9,8$ Дж. На какую высоту над Землей поднято тело, если нуль отсчета потенциальной энергии находится на поверхности Земли? **[1 м]**
2. Землекоп, выкапывая яму глубиной 1 м, длиной 2 м и шириной 1 м, выбрасывает глину на уровень земли. Считая плотность глины равной $2 \cdot 10^3$ кг/м³, найдите изменение потенциальной энергии глины и минимальную работу, совершенную землекопом **[19,6 кДж]**
3. В цилиндрической бочке находится 200 л воды. Высота столба воды в бочке 1 м. Найдите изменение потенциальной энергии воды после ее вытекания: а) на поверхность Земли, б) на поверхность Луны **[-9,8 кДж; -1,6 кДж]**
4. Найдите работу, которую надо совершить, чтобы положить друг на друга в одну стопку пять словарей, лежащих отдельно на столе высотой 1 м. Масса каждого словаря 2 кг, а толщина 10 см **[3,92 Дж]**
5. Какую работу против силы тяжести совершает штангист, поднимая штангу массой 200 кг на высоту 2 м? **[3,92 кДж]**

Решение задач

Кинетическая энергия.

Теорема о кинетической энергии

3.116. Какова кинетическая энергия космического корабля серии «Союз» при движении по орбите со скоростью $v = 7,8$ км/с, если масса корабля $m = 6,6$ т?

3.117. Определить кинетическую энергию метеорита массой $m = 50$ кг, движущегося со скоростью $v = 40$ км/с.

3.122. Масса самосвала в 18 раз больше массы легкового автомобиля, а скорость самосвала в 6 раз меньше скорости легкового автомобиля. Сравнить импульсы и кинетические энергии автомобилей.

3.125. Определить массу тела, кинетическая энергия которого $E_k = 10$ Дж, а импульс $p = 2$ кг · м/с.

3.126. Импульс тела $p = 8$ кг · м/с, а кинетическая энергия $E_k = 16$ Дж. Найти скорость и массу тела.