**РАБОТА И МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ.**

**§1  Энергия. Механическая энергия.**

**Виды механической энергии. Работа**

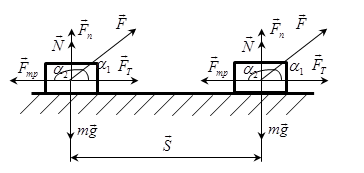
   Энергией называется скалярная физическая величина, являющаяся общей мерой различных форм движения материи.

    Энергия количественно характеризует систему относительно различных превращений движения в ней, которые происходят в результате взаимодействия частиц  системы как друг с другом, так и с внешними телами. Для анализа различных форм движения вводят различные виды энергии: механическую, внутреннюю, электромагнитную, ядерную и др.

   К механической энергии относится энергия, связанная с силами всемирного тяготения, деформированного упругого тела и энергия, связанная с движением тела.

   Ещё определения энергии в механике: Энергией называется способность тела совершать работу. Запас энергии определяется работой, которую может совершить тело, изменяя свое состояние: поднятый груз при падении; сжатая пружина при восстановлении формы: движущееся тело при остановке. Механической энергией тела называют величину равную максимальной работе, которую может совершить тело в данных условиях.

**І Механическая работа (Работа постоянной силы)**



  Если тело под действием силы http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image003_0006.png совершает перемещение http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image005_0010.png, работа *А* этой силы равна скалярному произведению силы на вектор перемещения. Работа силы есть скалярная величина

A=http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image007_0004.png

A=http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image009_0003.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image011_0002.png

   Работа горизонтальной составляющей силы *F* - силы *F*тяги равна (http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image013_0003.png)

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image015_0004.png

Работа вертикальной составляющей силы *F* - силы подъёма *Fn* равна (http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image017_0004.png)

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image019_0004.png

Сила, направление которой перпендикулярно направлению движению тела, работу не совершает.

 Работа силы трения равна (http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image021_0004.png).

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image023_0003.png

Силу, направленную против движения и совершающую отрицательную работу называют силой сопротивления. Сила перпендикулярная к перемещению не изменяет числового значения скорости (такая сила заставляет тело двигаться по окружности - центростремительная сила) и работа ее равна 0.

Сила, увеличивающая численное значение скорости (угол α - острый), совершает положительную работу. Сила, уменьшающая численное значение скорости (угол α - http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image025_0004.png), совершает отрицательную работу.

**ІІ. Работа силы тяжести. Консервативные силы.**

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image027_0003.png Определим работу силы тяжести при движении тела массой m  по наклонной плоскости, длина которой  *L*, а высота *h*. На тело действует две силы: сила тяжести, направленная вертикально вниз и сила реакции опоры  http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image029_0002.png, направленная перпендикулярно к  поверхности плоскости АС. Их равнодействующая http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image031_0002.png1совершает работу, сообщая телу ускорение (силой трения пренебрегаем).

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image033_0002.png

из http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image035_0002.png

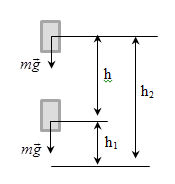
http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image037_0003.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image039_0002.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image041_0002.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image043_0001.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image045_0002.png

б) Определим работу, совершаемую силой тяжести при свободном падении тела на высоту.

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image048_0001.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image050_0002.png

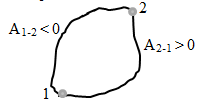
http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image052_0003.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image054_0003.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image056_0003.png

   Сравнение работы, совершаемой силой тяжести при движении по наклонной плоскости и при свободном падении  показывает, что работа силы тяжести не зависит от длины и формы пути, пройденного телом, и определяется произведением силы тяжести на разность высот в начальном и конечном положении.

   При движении вниз сила тяжести совершает положительную работу, при движении вверх - отрицательную. Работа силы тяжести по замкнутому пути 1-2-1 равна 0.

Силы, работа каких не зависит от формы и длины пути, а определяется лишь начальным и конечным положением тела, называются консервативными.

 Работа консервативных сил по замкнутому пути равна нулю.Пример консервативных сил: сила тяжести, сила упругости пружины, и силы электростатического  взаимодействия.

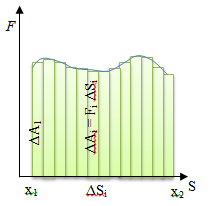
**ІІІ. Работа силы трения. Диссипативные силы.**

   Сила трения *F*тр. определяется относительной скоростью соприкасающихся тел (сила трения скольжения). Сила трения всегда направленна против движения (http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image059_0001.png), т.е. всегда является силой сопротивления, и поэтому выполняемая  ею работа  всегда отрицательна и после возвращения тела в исходное положение суммарная работа сил трения отлична от 0 и отрицательная.

   Диссипативными силами называются силы, суммарная работа которых при любых перемещениях замкнутой системы всегда отрицательна. Пример: силы трения скольжения и силы сопротивления движению тел в жидкостях и газах. В результате действия диссипативных сил механическая энергия переходит в другие виды энергии.

**ІV. Работа переменной силы.**

   Определим работу силы, величина которой изменяется от точки к точке, по закону показанному на рисунке. Разобьем перемещения *S* на элементарные участки *dS*, на которых величина силы остается постоянной, тогда элементарная  запишется в виде

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image062_0002.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image064_0002.png

Полная работа *А* на всем перемещении от точки 1 до точки 2 равна

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image066_0002.pngили, переходя к пределу,

Ahttp://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image068_0002.png

Работа переменной силы равна:

A=http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image070_0002.png

Работа силы упругости  с учётом того, что

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image072_0002.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image074_0000.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image076_0000.png:

A=http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image078_0000.png(http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image080_0000.png)

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image082_0000.png

Работа силы упругости замкнутому пути 1-2-1

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image084_0000.png

**VI. Кинетическая энергия.**

Если элементарное перемещение dhttp://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image086_0000.png  записать в виде

dhttp://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image088_0000.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image090_0000.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image092_0000.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image094.png

По II  закону Ньютона

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image096.png

тогда

A=http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image098.png

Величина http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image100.png называется кинетической энергией

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image102.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image104.png

Работа равнодействующей  всех сил  действующих на частицу равна  изменению  кинетической энергии частицы.

Тогда

A=http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image106.png

или другая запись

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image108.png

Если  A > 0, то WК возрастает (падения)

Если  A > 0, то WК убывает (бросание).

   Движущиеся тела обладают способностью выполнять работу и в том случае, если никакие силы со стороны других тел на них не действуют. Если тело движется с постоянной скоростью, то http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image110.png - сумма всех сил действующих на тело равна 0 и работа при этом не совершается. Если тело будет действовать с некоторой силой по направлению движения на другое тело, тогда оно способно совершить работу. В соответствии с ІІІ законом Ньютона к движущемуся  телу  будет приложена такая же по величине сила, но направленная в противоположную сторону. Благодаря действию этой силы скорость тела будет уменьшаться до его полной остановки. Энергия WК, обусловленная движением тела, называется кинетической. Полностью остановившееся тело не может совершить работы.  WК  зависит от скорости и массы тела. Изменение направления скорости не влияет на кинетическую энергию.

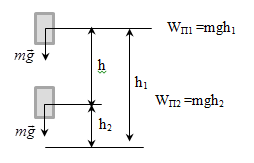
**VII. Потенциальная энергия.**

     Если тело поднять на высоту h, то падая под действием силы тяжести, тело может совершить работу

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image112.png

Если жать пружину на величину *X*2 = *X*  (*X*1 = 0), то возвращать в исходное состояние деформированная пружина способна выполнить работу

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image114.png

  
Следовательно, эти тела обладают запасом энергии, возникающей благодаря взаимодействия тел друг с другом. Эту энергию называют потенциальной. Потенциальной энергией называется энергия, зависящая от взаимного положения частиц системы.

   Если тело падает с некоторой высоты h1до высоты h2, его потенциальная энергия изменяется от значения

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image117.png

до

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image119.png

http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image121.png

Совершенная при этом работа равна

A=http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image123.png

A=http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image125.png

т.е. работа, совершаемая телами, на которые действуют консервативные силы, равна изменению потенциальной энергии с обратным знаком.

   Таким образом, когда падающее тело совершает положительную работу, его   WП уменьшается. Если тело поднимают вверх, сила тяжести совершает отрицательную работу и WП возрастает.

**VIII. Полная механическая энергия.**

   Механической энергией или полной механической энергией называется энергия механического движения и взаимодействия. Механическая энергия равна сумме кинетической и потенциальной энергии.

         W=http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image127.png              http://www.bog5.in.ua/lection/mechanics_lect/image_mech/clip_image129.png

