

Работа. Мощность.
Энергия.

Влияние на тело сил, приводящее к изменению модуля их скорости, характеризуется величиной, которая зависит как от сил, так и от перемещения тел. Эта величина в механике называется работой силы, определяется по формуле:

$$A = F|\overrightarrow{\Delta r}|\cos \alpha$$

Эта формула справедлива в случае, когда проекция силы на смещение постоянна.

Если есть угол между силой и смещением, то проекция силы равна произведению силы на косинус этого угла.

$$F_r = F \cdot \cos \alpha$$

В этом случае работа постоянной силы равна произведению модулей силы и смещения точки приложения силы и косинуса угла между ними.

Работа - это скалярная величина. Она может быть, отрицательной, равной нулю или положительной.

Таким образом, знак работы определяется знаком косинуса угла между силой и перемещением.

Если сила F перпендикулярна перемещению тела, то работа, этой силой равна нулю. Это тот случай, когда действует сила, но тело не двигается.

Если на тело действует несколько сил, **проекция результирующей силы** на перемещение равна сумме проекций отдельных сил.

$$F_r = F_{1r} + F_{2r} + \dots$$

Поэтому суммарная работа, (алгебраическая сумма работ всех сил), равна работе результирующей силы.

Отношение работы к временному интервалу, за который выполняется эта работа называется мощностью.

$$N = \frac{A}{\Delta t}$$

Энергия характеризует способность тела (или системы тел) совершать работу.

Кинетическая энергия – энергия, которой обладает движущееся тело

И энергия может быть кинетической и потенциальной.

Кинетическая энергия материальной точки равна половине массы материальной точки на квадрат её скорости:

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

Теорема об изменении кинетической энергии: изменение кинетической энергии материальной точки при её перемещении равно работе силы, действующей на точку во время этого перемещения.

Работа силы тяжести не зависит от формы траектории, а зависит только от положений начальной и конечной точек траектории

$$A = mgh_1 - mgh_2.$$

При движении тела по замкнутой траектории работа силы тяжести равна нулю.

Силы, работа которых не зависит от формы траектории точки приложения силы и на замкнутой траектории равна нулю, называют **консервативными силами**.

Работа при растяжении пружины силы упругости, когда направление силы совпадает с направлением движения тела, принимает положительные значения и определяется по формуле:

$$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} > 0$$

В случае при увеличении деформации пружины, когда сила упругости, действующая на тело со стороны пружины, направлена противоположно деформации, работа силы упругости отрицательна:

$$A = -\frac{kx_1^2}{2} + \frac{kx_2^2}{2} < 0$$

Согласно теореме, об изменении кинетической энергии $\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1}$ работа силы, действующей на тело, равна изменению его кинетической энергии:

$$A = \frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2} = \Delta E_k$$

Если силы взаимодействия между телами консервативны, то работу сил можно представить, как разность двух значений некоторой величины, зависящей от взаимного расположения тел или частей одного тела: $A = mgh_1 - mgh_2$, работы силы тяжести и работы силы упругости.

$$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2},$$

Величина, равная произведению массы m тела на ускорение свободного падения g и высоту h тела над поверхностью Земли, называется потенциальной энергией тела в поле силы тяжести.

Закон сохранения механической энергии:

В изолированной системе, в которой действуют консервативные силы, механическая энергия сохраняется.

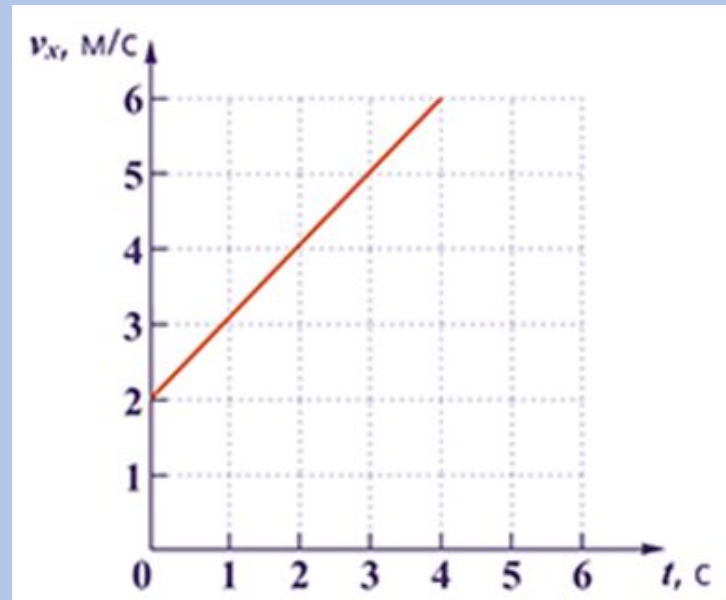
$$E = E_k + E_p = \text{const}$$

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

Закон сохранения механической энергии является частным случаем общего закона сохранения энергии: энергия не создаётся и не разрушается, а преобразуется из одной формы в другую.

Задача 1

Тело движется вдоль оси Ox под действием силы $F = 2$ Н, направленной вдоль этой оси. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x тела на эту ось от времени t . Какую мощность развивает эта сила в момент времени $t = 3$ с?



Решение: по графику проекция скорости в момент времени 3с, равна 5 м/с. Мощность, развиваемая силой F для тела, движущегося со скоростью можно найти по формуле

$$N = F \cdot v = 2\text{Н} \cdot 5\text{м/с} = 10\text{ Вт}$$

Ответ: 10 Вт

Задача 2

Троллейбус массой 15 т трогается с места с ускорением $1,4 \text{ м/с}^2$. Найти работу силы тяги и работу силы сопротивления на первых 10 м пути, если коэффициент сопротивления равен 0,05. Каково изменение кинетической энергии автобуса?

Решение

Дано:

$$m = 15\text{т} = 15 \cdot 10^3\text{кг}$$

$$S = 10\text{м}$$

$$a = 1,4 \text{ м/с}^2$$

$$\mu = 0,05$$

Найти: $A_{\text{т}}$; $A_{\text{с}}$; $E_{\text{к}}$

$$m\vec{a} = \vec{F}_T + \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} + \vec{N}$$

в проекции на ось OX:

$$ma = F_T - F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \rightarrow F_T = ma + \mu mg = m(a + \mu g);$$

По определению работы: $A = FS \cos \alpha$

$$A_T = F_T S = m(a + \mu g)S ;$$

$$A_T = 15 \cdot 10^3 \text{ кг} (1,4 \text{ м/с}^2 + 0,05 \cdot 10 \text{ м/с}^2) \cdot 10 \text{ м} = 285 \text{ кДж}$$

Работа силы сопротивления: $A_c = -F_{тр}S = -\mu mgS$

$$A_c = -0,05 \cdot 15 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ м} = -75 \text{ кДж}$$

Кинетическая энергия определяется по формуле:

$E_k = mv^2/2$. Скорость определим по формуле:

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v^2}{2a} \rightarrow v = \sqrt{28} \rightarrow E_k = \frac{m(\sqrt{28})^2}{2}$$

$$E_k = 15 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 14 \text{ м/с}^2 = 210 \text{ кДж}$$

Ответ: $A_T = 285 \text{ кДж}$; $A_c = -75 \text{ кДж}$; $E_k = 210 \text{ кДж}$.