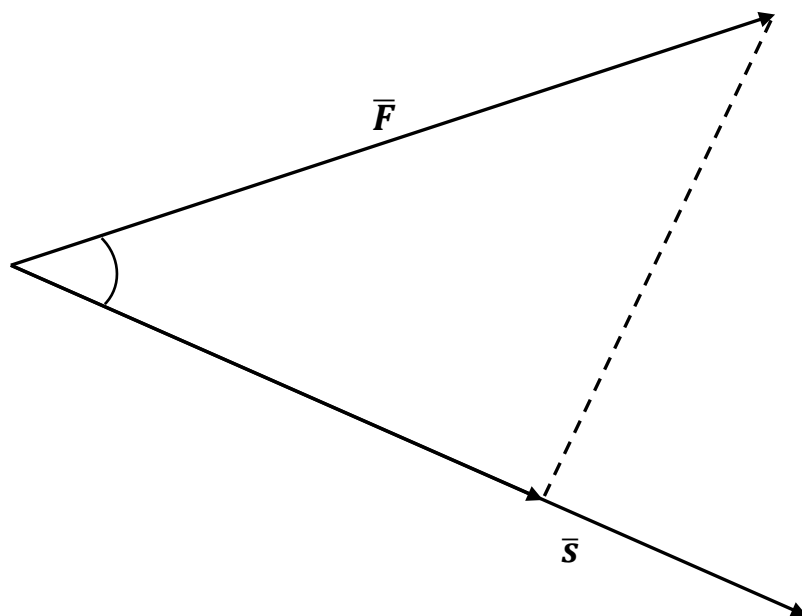


## Работа силы. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии тела

При умножении силы (вектор) на время (скаляр) мы получаем импульс силы (вектор), который согласно 2-му закону Ньютона, является причиной изменения импульса тела.

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} t$$

При умножении силы (вектор) на перемещение (вектор) мы получаем скалярную физическую величину, называемую **работой силы**, или просто **работой**. (такое умножение называется скалярным).



$$A = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

Единица измерения работы: Джоуль. Из формулы следует, что  $\text{Дж} = \text{Н} \cdot \text{м} = \frac{\text{кг м}^2}{\text{с}^2}$

Перемножение векторов рассмотрим позднее на черчении, а сейчас предварительно примем такое простейшее понимание этой операции: скалярным произведением двух векторов называется произведение длины одного вектора на проекцию второго на первый. Работать будем пока только с тремя частными случаями:

Векторы силы и перемещения коллинеарны и сонаправлены
$\vec{F} \uparrow\uparrow \vec{s}$ , тогда
$A = F \cdot s$

Векторы силы и перемещения коллинеарны и направлены противоположно
$\vec{F} \uparrow\downarrow \vec{s}$ , тогда
$A = -F \cdot s$

Векторы силы и перемещения перпендикулярны друг другу
$\vec{F} \perp \vec{s}$ , тогда
$A = 0$

Если векторы силы и перемещения сонаправлены, то говорят, что сила совершает работу, то есть работа силы положительная. Если вектор силы и перемещения направлены противоположно, то говорят, что сила совершила отрицательную работу, или что работа совершена против силы. Если перемещение произошло перпендикулярно вектору действия силы, то такая сила не совершила работы.

Преобразуем формулу работы:

$$A = F s$$

Заменим силу на  $F = ma$  по 2-му закону Ньютона, а к перемещению применим формулу без времени  $s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ :

$$A = ma \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2a}, \text{ сократим } a, \text{ получим } A = m \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2}.$$

Правую часть можем выразить так:

$$A = m \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

Определение: величину  $E = \frac{mv^2}{2}$  называют **кинетической энергией**, то есть энергией движения. Любое тело массой  $m$  при движении со скоростью  $v$  обладает кинетической энергией  $E = \frac{mv^2}{2}$ . Единица измерения кинетической энергии – Джоуль.

Вторая полезная формула получится, если числитель и знаменатель дроби  $\frac{mv^2}{2}$  домножим на массу. Тогда

$$E = \frac{mv^2 \cdot m}{2 \cdot m} = \frac{(mv)^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$$

Полученная выше формула  $A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$  может быть переписана так:

$$A = E - E_0$$

**Изменение кинетической энергии тела равно работе приложенной к нему силы**

Данное выражение называется теоремой об изменении кинетической энергии тела.

Кинетическая энергия показывает какую работу должна совершить сила, чтобы разогнать покоящееся тело до данной скорости.

Обратите внимание, что в формулах работы и кинетической энергии нет времени. Это означает, что не важно за какое время совершена работа, важна только её величина и знак.

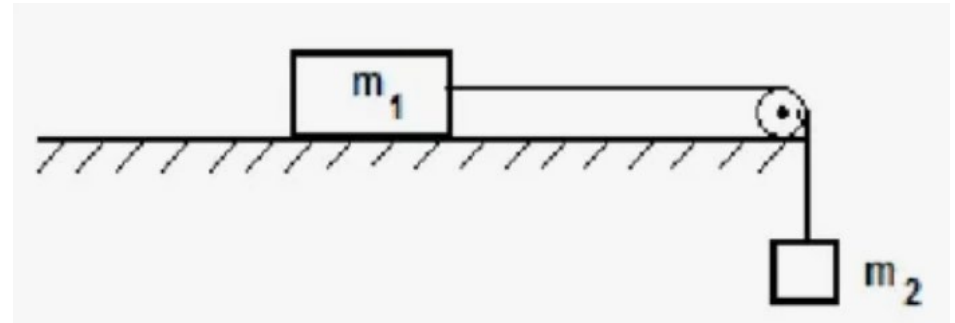
1. Тело массой  $m = 12$  кг упало с высоты  $h = 5$  метров. Определите кинетическую энергию тела и его скорость в момент касания поверхности Земли.

2. Брусек 1 находится на столе, коэффициент трения бруска о стол  $\mu$ . Груз 2 опустился на высоту  $h$ .

Какую работу совершила сила тяжести?

Какую работу совершила сила реакции стола на брусек 1?

Какую работу совершила сила трения?

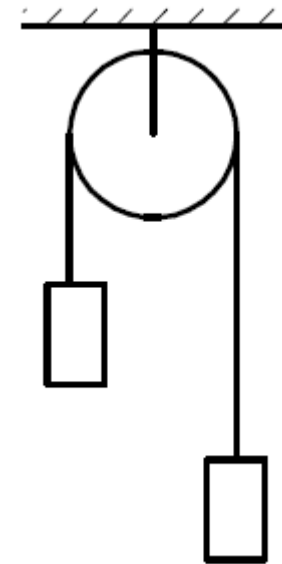


3. Два одинаковых груза массой  $m$  каждый соединены нитью, переброшенной через невесомый блок. Правый груз опустился на высоту  $h$ .

Какую работу совершила сила тяжести над правым грузом?

Какую работу совершила сила тяжести над левым грузом?

Какую работу совершила сила тяжести над системой из обоих грузов?



4. Спутник массой 320 кг совершил три оборота вокруг Земли на высоте 450 км. Какую работу произвела сила тяжести за это время?
5. Карусель радиусом  $R = 8$  метров, на которой установлен ящик с песком массой 22 кг, совершила 1800 оборотов. При этом ящик за счёт действия силы трения не сдвинулся со своего места на карусели. Какую работу за это время совершила сила трения? Какую работу совершила сила тяжести?
6. Движущееся тело массой 50 кг имеет импульс  $10 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ . Какой кинетической энергией оно обладает?
7. На какую высоту поднимется тело, брошенное вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с?
8. Сферический конь массой 320 кг несётся в вакууме со скоростью 20 км/ч. Какой кинетической энергией он обладает?