

Работа силы

Мощность

Сила действующая на движущееся тело со стороны другого тела, совершает работу.

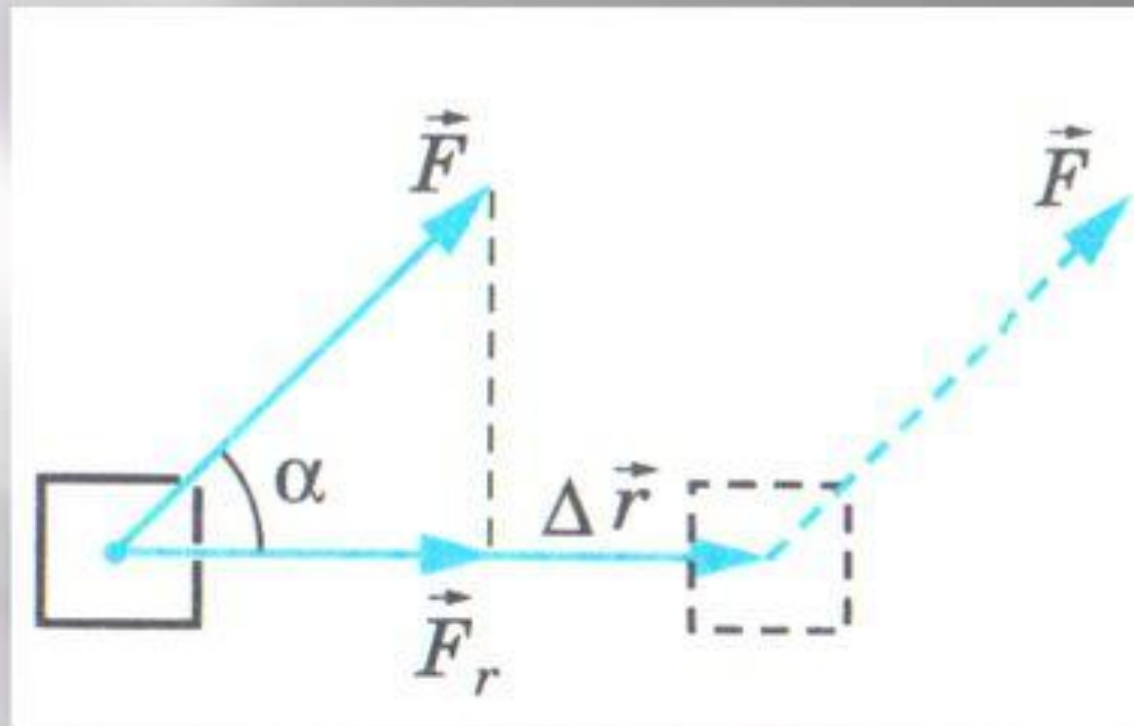
Например. Гравитационная сила притяжения Земли и сила сопротивления воздуха совершают работу при падении капель дождя или метеоритов.

Сила упругости совершает работу при распрямлении сжатой пружины и вытянутой тетивы лука.



Определение работы силы

Воздействие на тела сил, приводящих к изменению модуля их скоростей, характеризуются величиной, зависящей как от сил, так и от перемещений тел. Эту величину в механике и называют *работой силы*.



\vec{F}

- сила действующая на тело

F_r

- проекция силы на направление перемещения

Δr

- перемещение тела

- угол между силой и перемещением

То работа силы определяется:

$$A = F_r \cdot |\overrightarrow{\Delta r}|$$

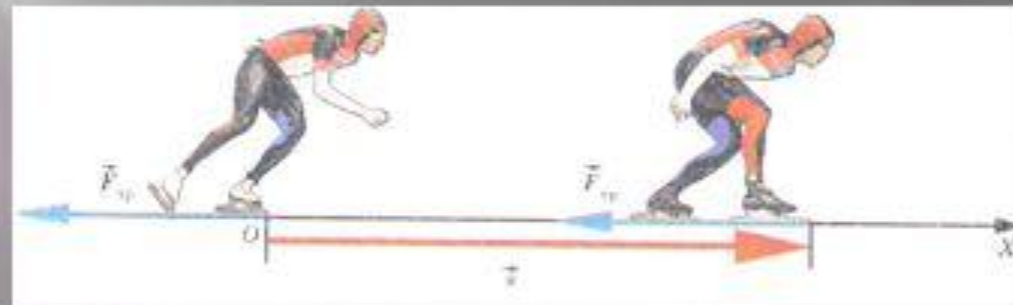
α - угол между силой и перемещением

$$F_r = F \cos \alpha$$

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

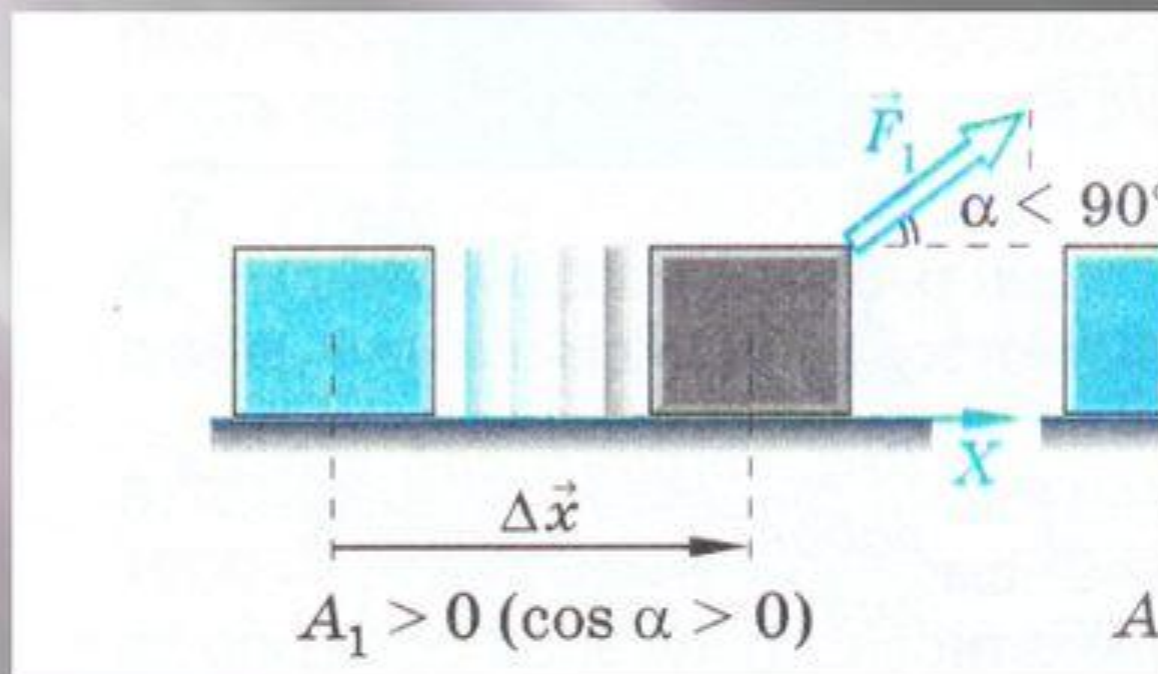
Работа силы равна произведению модулей силы и перемещения точки приложения силы и косинуса угла между ними

Эта формула справедлива в том случае, когда сила постоянна и перемещение тела происходит вдоль одной прямой.

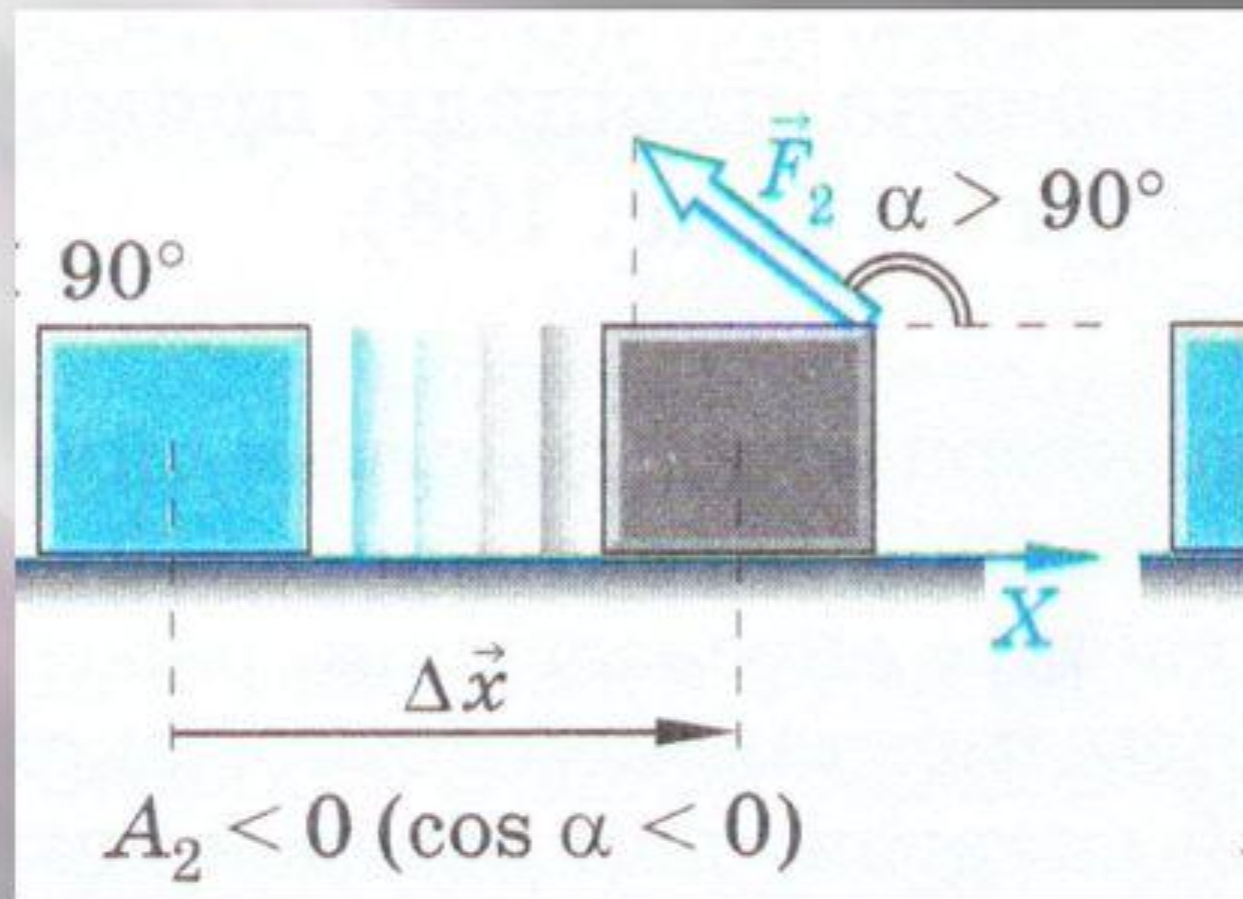


Работа - скалярная физическая величина .
Знак работы определяется знаком **$\cos \alpha$**

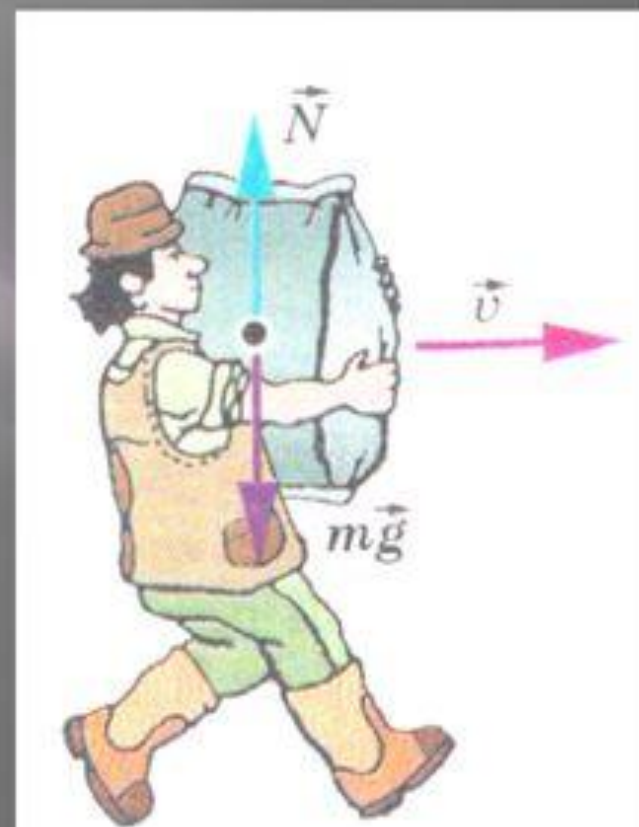
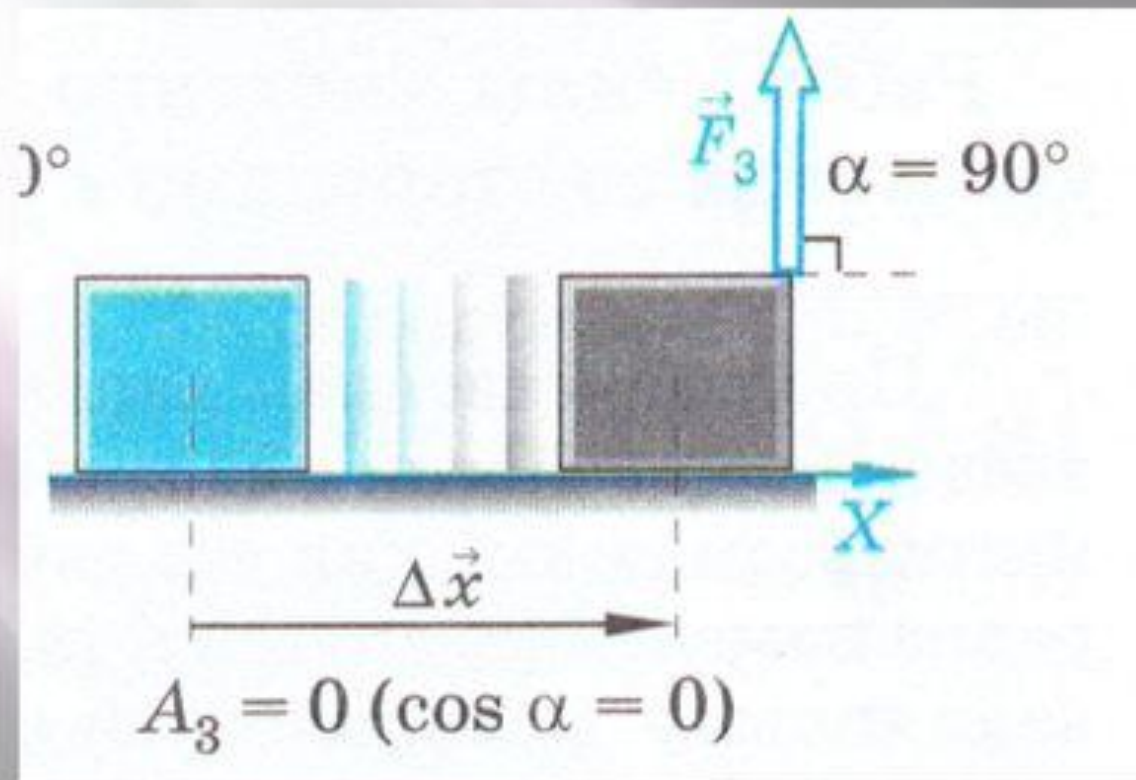
Работа силы положительна $A_1 > 0$, если угол α ,
острый ($0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$), (**$\cos \alpha > 0$**)



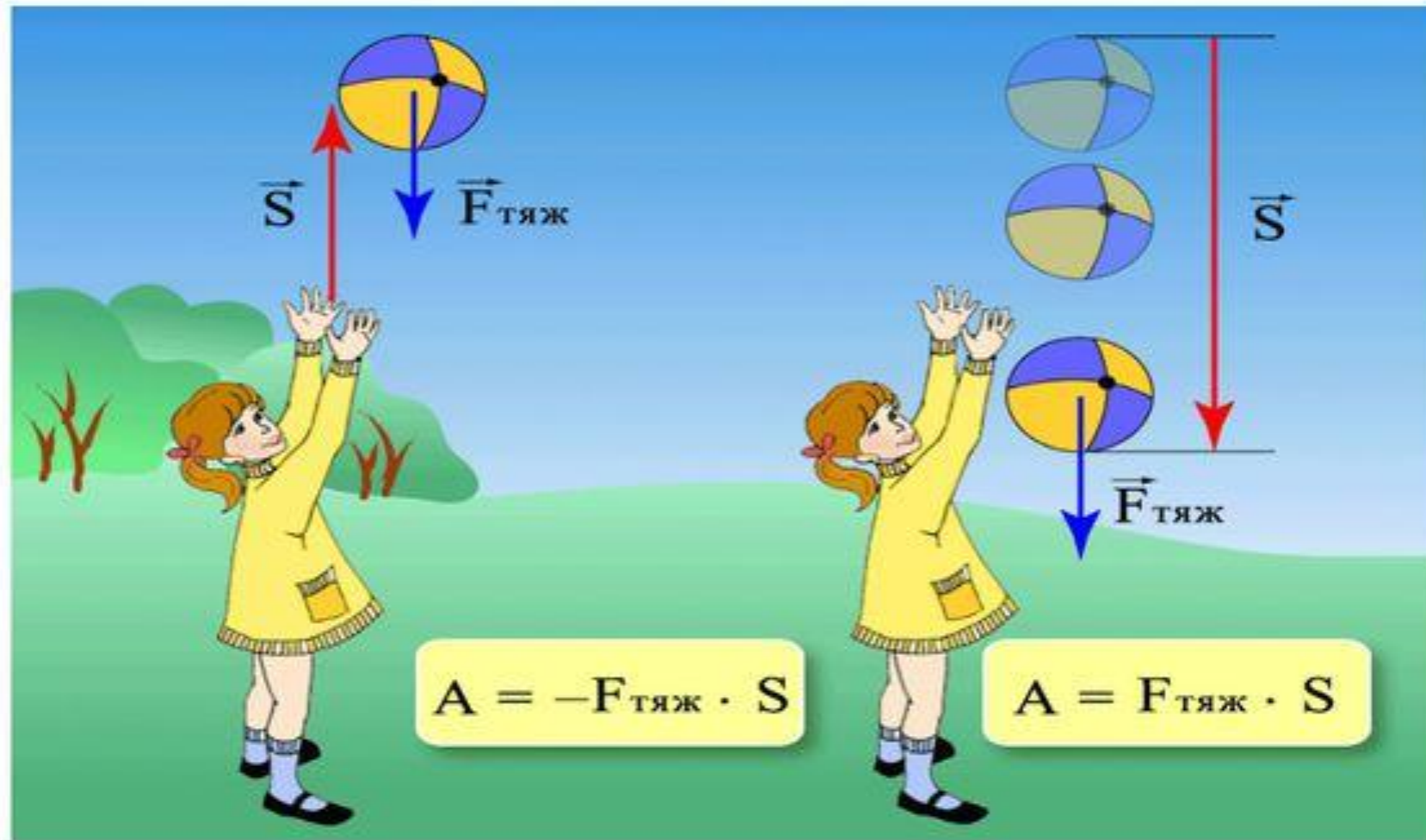
Работа силы отрицательна ($A < 0$) если угол α ,
тупой ($90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$), ($\cos \alpha < 0$)



Работа силы F_3 , перпендикулярной перемещению, равна нулю ($\cos \alpha = 0$)



Найдем работу силы тяжести



$$A = -mgh$$

$$A = mgh$$

Если на тело действуют несколько сил, то проекция результирующей силы на перемещение равна сумме проекций отдельных сил:

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

Работа результирующей силы равна:

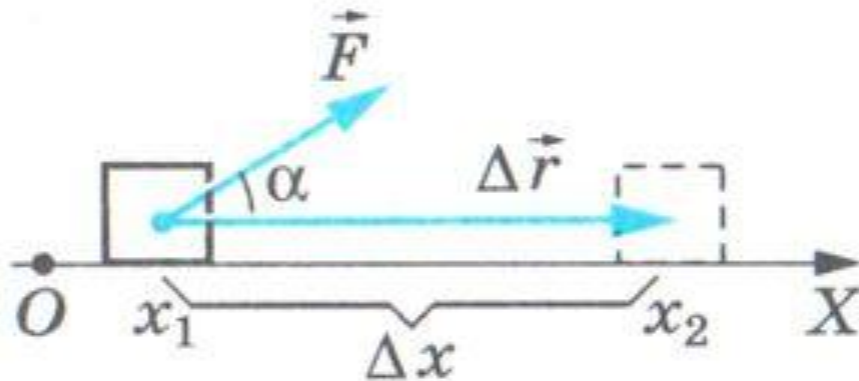
$$\begin{aligned} A &= F_{1r} |\overrightarrow{\Delta r}| + F_{2r} |\overrightarrow{\Delta r}| + \dots \\ &= A_1 + A_2 + \dots \end{aligned}$$

Совершенную силой работу можно представить графически

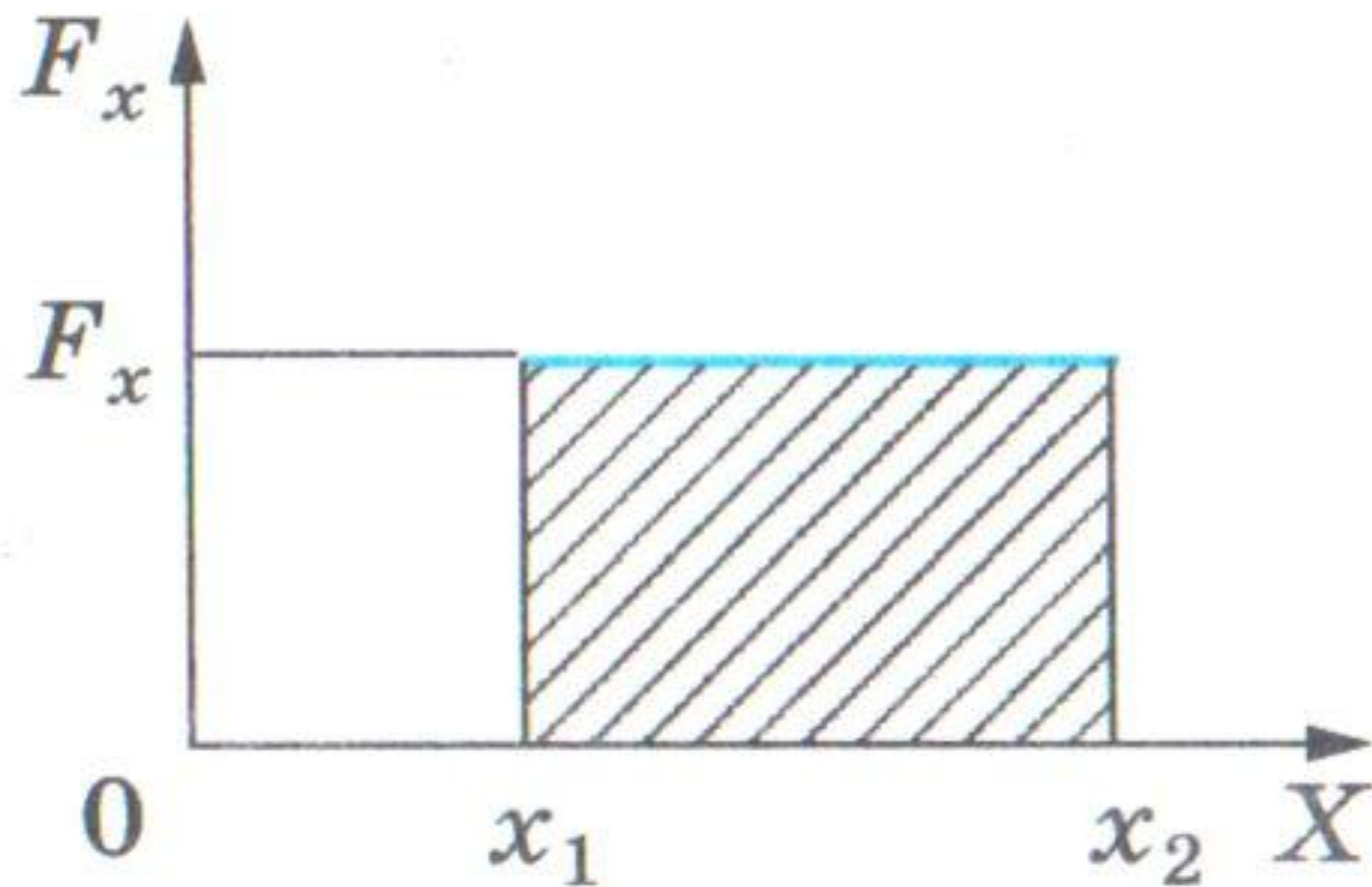
Пусть тело движется вдоль оси Ox , тогда

$$F \cos \alpha = F_x \quad |\overrightarrow{\Delta r}| = \Delta x$$

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



Площадь прямоугольника, заштрихованного на рисунке, численно равна работе при перемещении тела из точки с координатой x_1 в точку с координатой x_2



ЕДИНИЦЫ РАБОТЫ

$$A = [1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}]$$

Джоуль – это работа, совершаемая силой 1 Н на перемещение 1 м, если направление силы и перемещения совпадают.

МОЩНОСТЬ

N – мощность, физическая величина,
характеризующая «быстроту»
совершения работы.

Мощность численно равна работе,
совершенной в единицу времени

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

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

$$N = F \frac{|\overrightarrow{\Delta r}|}{\Delta t} \cos \alpha = F v \cos \alpha$$

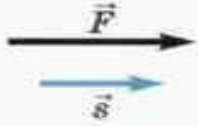
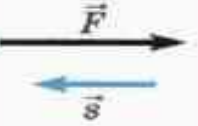
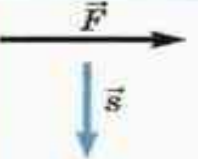
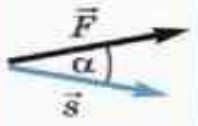

Мощность, можно повысить как за счет увеличения действующих сил, так и за счет увеличения скорости движения



ЧТО МЫ УЗНАЛИ

Механическая работа

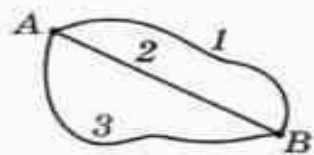
$$A = F s \cos \alpha$$

				
$A = Fs$	$A = -Fs$	$A = 0$	$A > 0$	$A < 0$

Работа силы тяжести

$$A_T = mg(h_n - h_k)$$

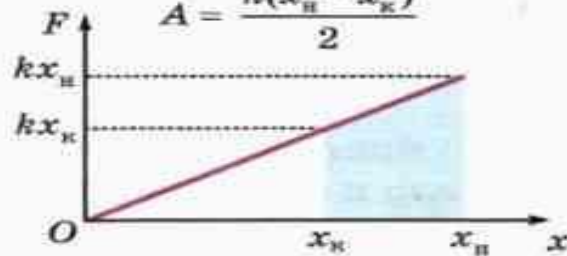
Не зависит от формы траектории



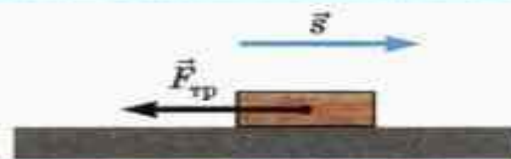
Работа силы тяжести и работа силы упругости равны нулю, если тело переместилось по замкнутой траектории (вернулось в начальную точку)

Работа силы упругости

$$A = \frac{k(x_n^2 - x_k^2)}{2}$$



Работа силы трения при движении по неподвижной опоре отрицательна



Мощность

$$P = \frac{A}{t}$$

$$P = Fv$$

Задача 1

Определите работу, совершенную краном при подъеме плиты массой 2,5 тонны на высоту 12 метров

Решение

$$A = F S$$

$$F = m g$$

$$F = 10 \text{ Н/кг} \cdot 2500 \text{ кг} = 25000 \text{ Н}$$

$$A = 25000 \text{ Н} \cdot 12 \text{ м} = 300000 \text{ Дж} = \\ = 300 \text{ кДж}$$

$$m = 2500 \text{ кг}$$

$$S = h = 12 \text{ м}$$

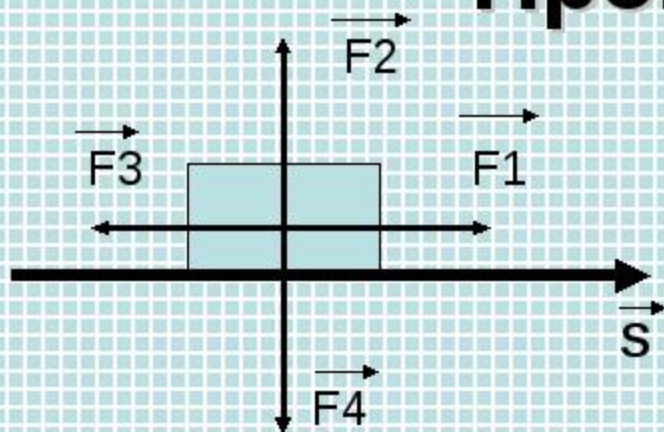
$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

A - ?

Ответ: 300 кДж



Проверь себя:



1. Какая из четырех сил, изображенных на рисунке, совершает положительную работу?

А. F1; Б. F2; В. F3; Г. F4;

2. Какая из четырех сил, изображенных на рисунке, совершает отрицательную работу?

А. F1; Б. F2; В. F3; Г. F4

3. Работа каких сил, изображенных на рисунке, равна нулю?

А. F1 и F3; Б. F2 и F1; В. F2 и F4; Г. F4 и F3

4. Один джоуль равен?

А. Н*м; Б. кг*м/с; В. Н*кг; Г. Н* см

5. По какой формуле можно рассчитать механическую работу?

А. $A = F \cdot S$, Б. $A = a \cdot S$, В. $A = F \cdot V$, Г. $A = F \cdot m$

6. Чему равна механическая работа, которую совершает сила 8 Н, при перемещении 50 см?

А. 400 Дж; Б. 40 Дж; В. 4 Дж; Г. 0,4 Дж

Ответы: 1А; 2 В; 3В; 4А; 5А; 6В

Расчетная задача
(Механические явления)

Задание 6: Работа силы тяги автомобиля, прошедшего равномерно 4 км пути, составила 8 МДж. Определите силу трения.

Дано:

$$A = 8 \text{ МДж}$$

$$S = 4 \text{ км}$$

Найти $F_{\text{тр}} = ?$

СИ:

$$8 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

$$4 \cdot 10^3 \text{ м}$$

Решение:

$$A = F \cdot S \longrightarrow F = \frac{A}{S}$$

$$F = \frac{8 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{4 \cdot 10^3 \text{ м}} = 2 \cdot 10^3 \text{ Н} = 2000 \text{ Н}$$

Ответ: $F = 2000 \text{ Н}$

Задача 4. Какова мощность двигателя, если он за 10 мин совершает работу 7,2 МДж?

<i>Дано :</i>	<i>СИ</i>	<i>Решение :</i>
$t = 10 \text{ мин}$	600 с	$P = \frac{A}{t} = \frac{7200000 \text{ Дж}}{600 \text{ с}} =$
$A = 7,2 \text{ МДж}$	7200000 Дж	

$P - ? = 12000 \text{ Вт} = 12 \text{ кВт}$

Ответ: $P = 12 \text{ кВт}$.



Задача. № 3.

Определите мощность штангиста,
поднимающего штангу массой 250 кг на
высоту 2 м за 4 с.

N - ?

$$m = 250 \text{ кг}$$

$$S = h = 2 \text{ м}$$

$$t = 4 \text{ с}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

Решение

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

$$A = F S$$

$$F = m g$$

$$F = 250 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 2500 \text{ Н}$$

$$A = 2500 \text{ Н} \cdot 2 \text{ м} = 5000 \text{ Дж}$$

$$N = \frac{5000 \text{ Дж}}{4 \text{ с}} = 1250 \text{ Вт}$$

Решите задачу

Определите мощность насоса. Который поднимает 4,5 на высоту 5 м за 5 секунд.

Дано:

$$V = 4,5 \text{ м}^3$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$t = 5 \text{ с}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

N - ?

Решение:

$$N = \frac{A}{t} ; A = F \cdot S ; S = h ; F = m \cdot g ; m = V \cdot \rho ;$$

$$m = 4,5 \text{ м}^3 \cdot 1000 \text{ кг/м}^3 = 4500 \text{ кг}$$

$$F = 4500 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 45000 \text{ Н}$$

$$A = 45000 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м} = 225000 \text{ Дж}$$

$$N = \frac{225000 \text{ Дж}}{5 \text{ с}} = 45000 \text{ Вт} = 45 \text{ кВт}$$

Ответ: N = 45 кВт.

Задача.

Механическая лопата, приводимая в движение мотором мощностью 5 кВт, поднимает 180 тонн песка на высоту 6 м в течение часа. Каков КПД установки?

Дано:

$$P = 5 \text{ кВт.}$$

$$m = 180 \text{ т.}$$

$$h = 6 \text{ м.}$$

$$t = 1 \text{ ч.}$$

Найти:

КПД - ?

Решение:

$$\text{КПД} = A \text{ полезная} / A \text{ полная}$$

$$A \text{ полезная} = mgh$$

$$A \text{ полная} = Pt$$

$$\text{КПД} = A \text{ полезная} / A \text{ полная} = mgh / Pt$$

$$\text{КПД} = mgh / Pt = 180000 \cdot 9,8 \cdot 6 / 5000 \cdot 3600 = 0,59 = 59\%$$

Ответ : КПД = 59%