

Работа силы Мощность

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

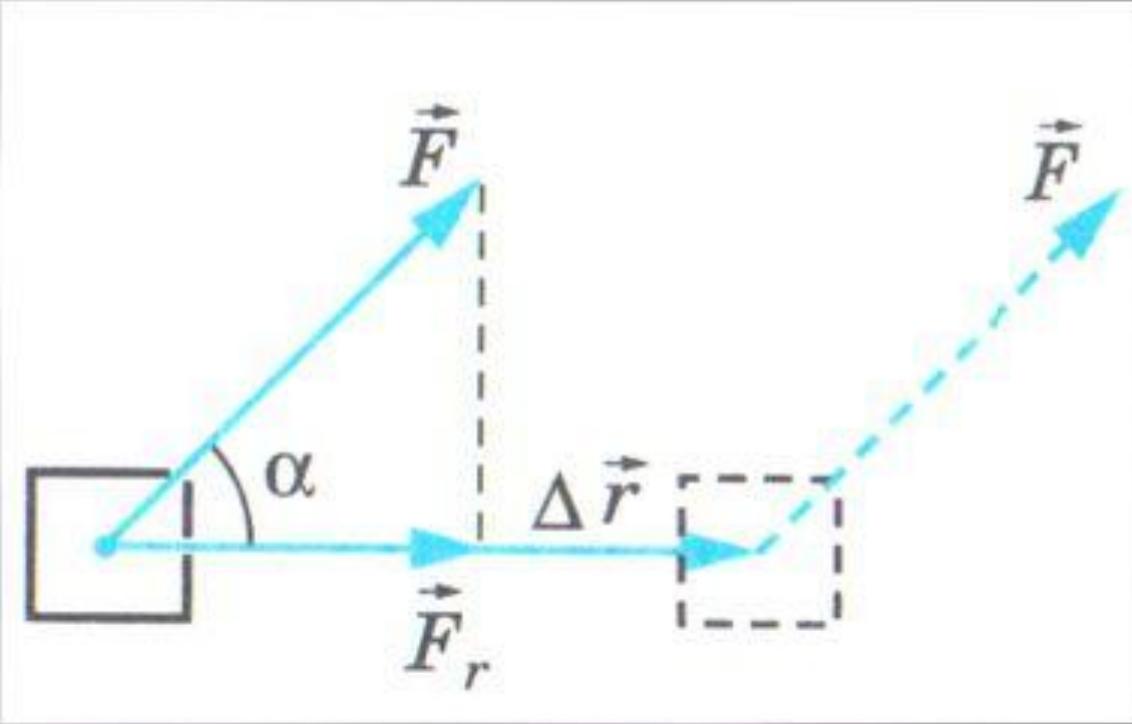
Например. Гравитационная сила притяжения Земли и сила сопротивления воздуха совершают работу при падении капель дождя или метеоритов.

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:

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

α

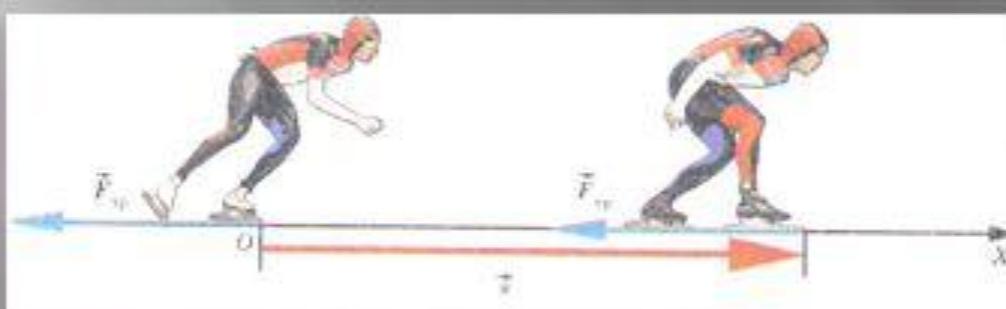
-угол между силой и перемещением

$$F_r = F \cos \alpha$$

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

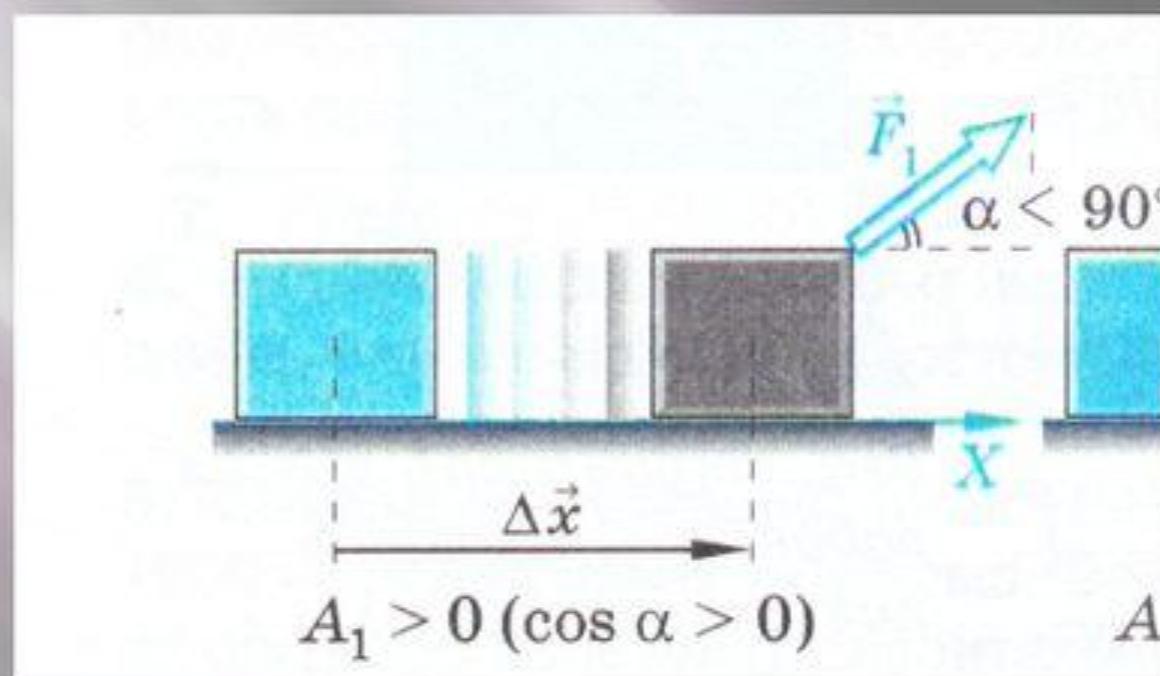
Работа силы равна произведению модулей силы и перемещения точки приложения силы и косинуса угла между ними

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

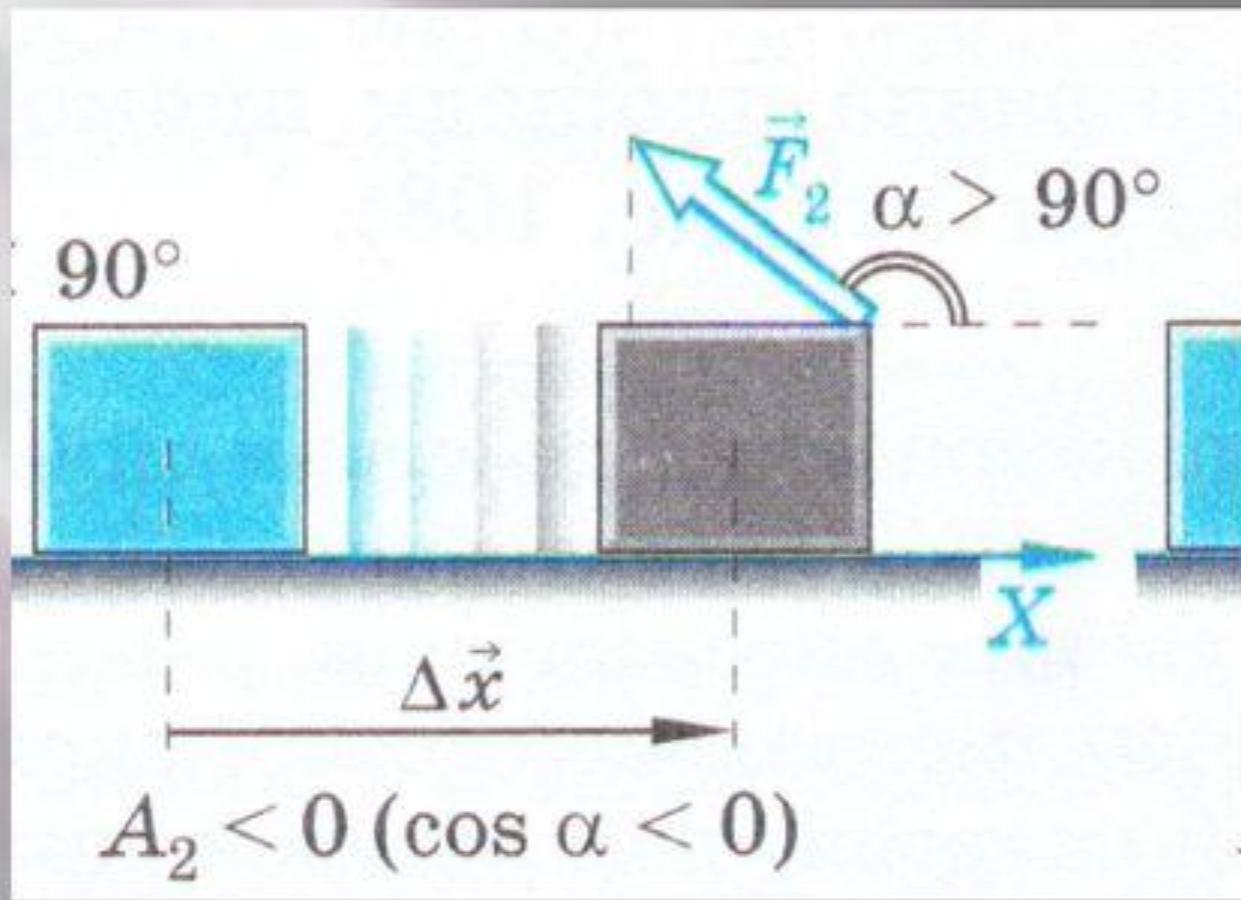


Работа - скалярная физическая величина .
Знак работы определяется знаком $\cos \alpha$

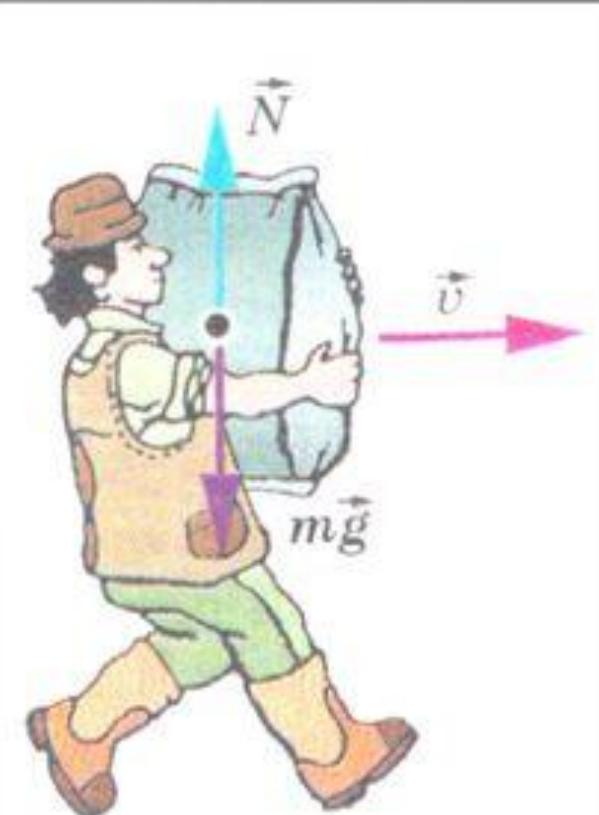
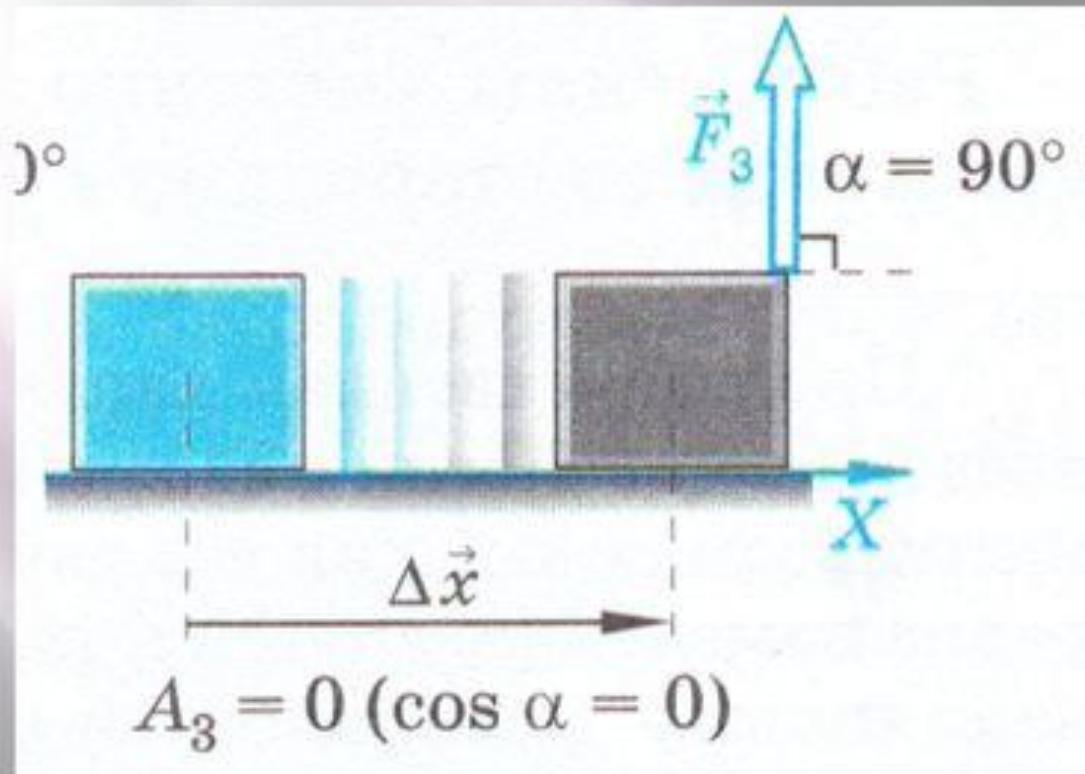
Работа силы положительна $A_1 > 0$, если угол α ,
острый ($0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$), ($\cos \alpha > 0$)



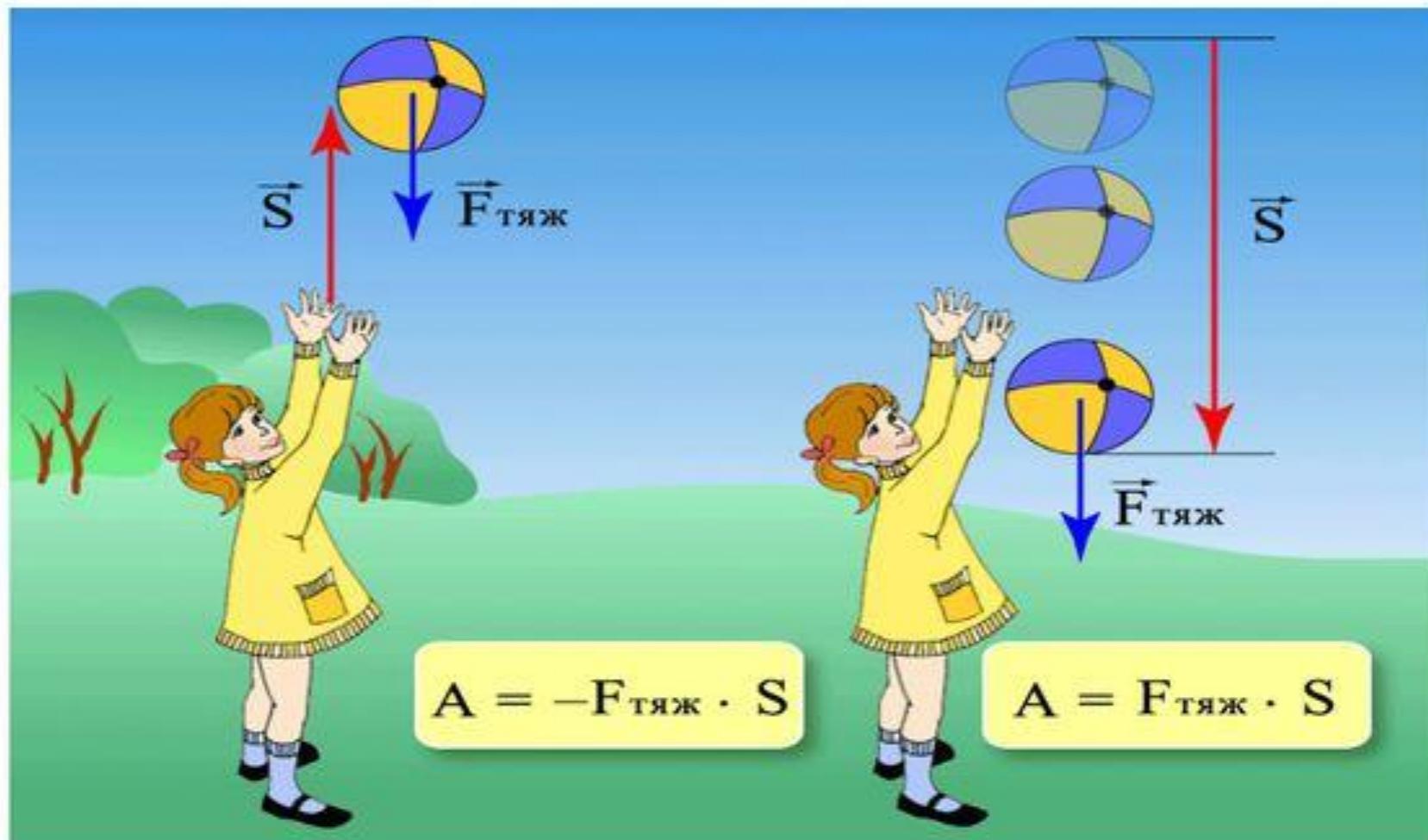
Работа силы отрицательна ($A < 0$) если угол α ,
тупой ($90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$), ($\cos \alpha < 0$)



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:

$$\mathbf{F}_r = \mathbf{F}_{1r} + \mathbf{F}_{2r} + \dots$$

Работа результирующей силы равна:

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

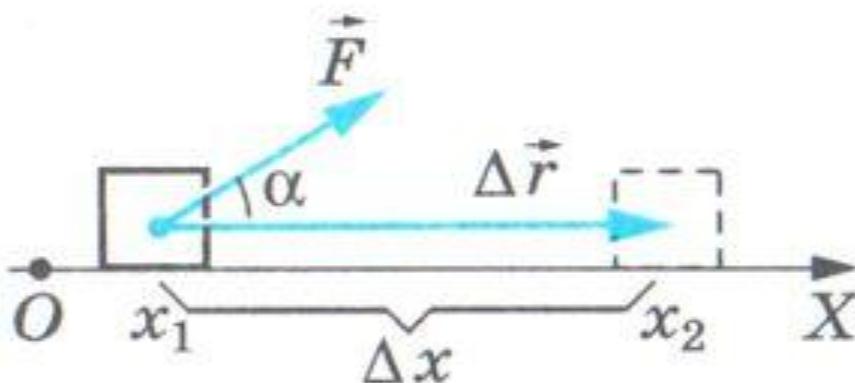
Совершенную силой работу можно представить графически

Пусть тело движется вдоль оси **OX**, тогда

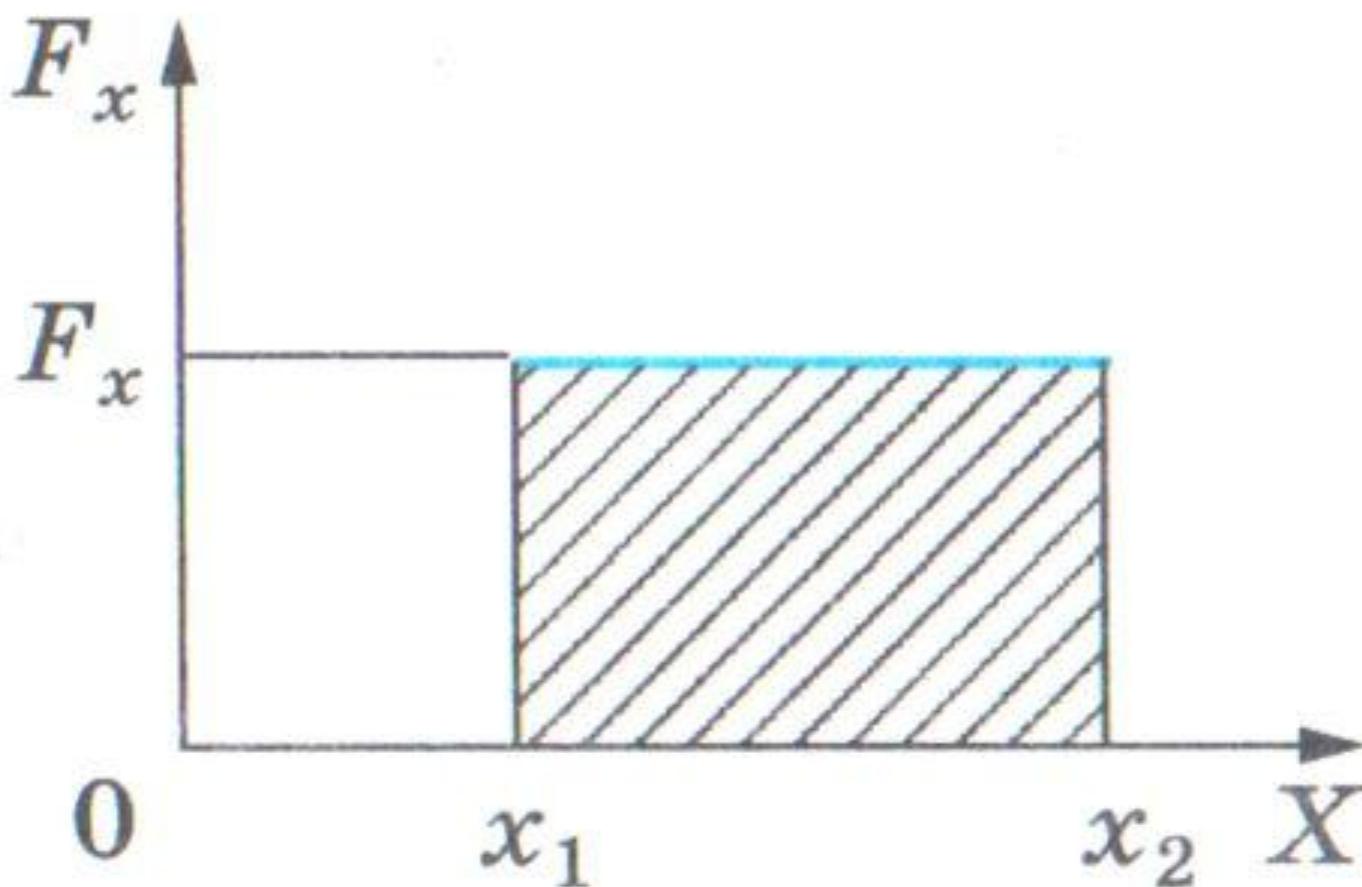
$$F \cos \alpha = F_x$$

$$|\vec{\Delta r}| = \Delta x$$

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



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 1Н 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

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

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

$$N = F \frac{|\vec{\Delta r}|}{\Delta t} \cos \alpha = F \vartheta \cos \alpha$$

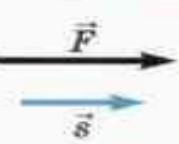
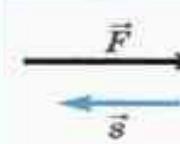
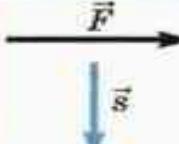
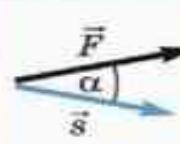
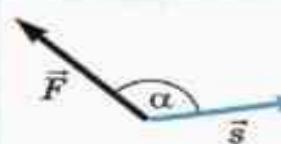
Мощность, можно повысить как за счет увеличения действующих сил, так и за счет увеличения скорости движения



ЧТО МЫ УЗНАЛИ

Механическая работа

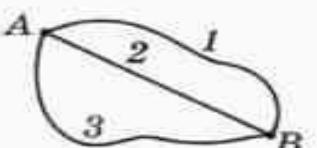
$$A = F s \cos \alpha$$

				
$A = F s$	$A = -F s$	$A = 0$	$A > 0$	$A < 0$

Работа силы тяжести

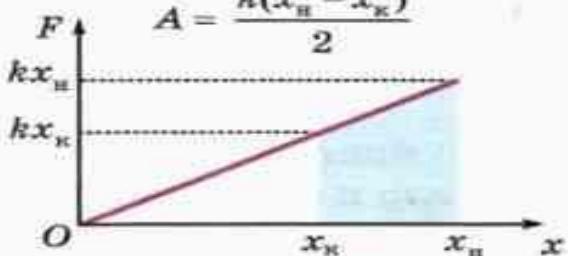
$$A_g = mg(h_n - h_k)$$

Не зависит
от формы траектории



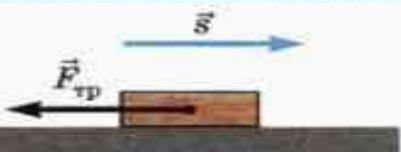
Работа силы упругости

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



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

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

$$m = 2500 \text{ кг}$$

$$S=h=12 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$A - ?$$

Решение

$$A = F S$$

$$F = m g$$

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

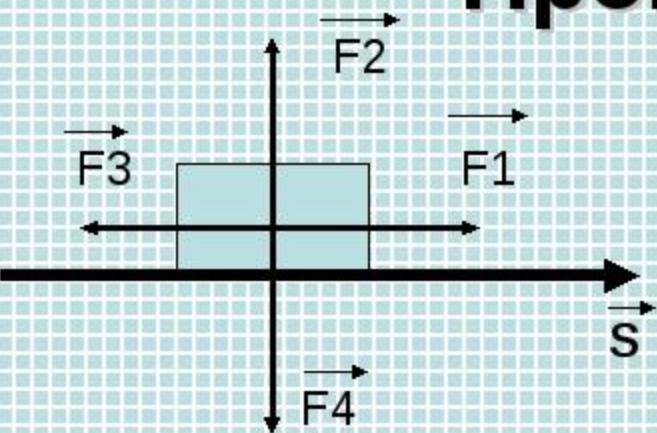
$$A = 2500 \text{ Н} \cdot 12 \text{ м} = 300000 \text{ Дж} =$$

$$= 300 \text{ кДж}$$

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 $F_{тр} = ?$

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 совершає 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.

$$\begin{aligned}N - ? \\ \hline m &= 250 \text{ кг} \\ S = h &= 2 \text{ м} \\ t &= 4 \text{ с} \\ g &= 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}\end{aligned}$$

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 песку 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:

$$\text{КПД} - ?$$

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%