



- 1. Два одинаковых бильярдных шаров массами  $m$  движутся с одинаковыми по модулю скоростями противоположно друг другу. Чему равен сумма импульсов этих шаров?
- 2. Шар массой 200 г, движущийся со скоростью 5 м/с, сталкивается абсолютно неупруго с шаром 300 г, который двигался в том же направлении со скоростью 4 м/с. Найдите скорость шаров после удара.
- 3. Чему равен модуль изменения импульса шара из пластилина массой  $2m$ , движущегося со скоростью  $v$ , после столкновения со стенкой?

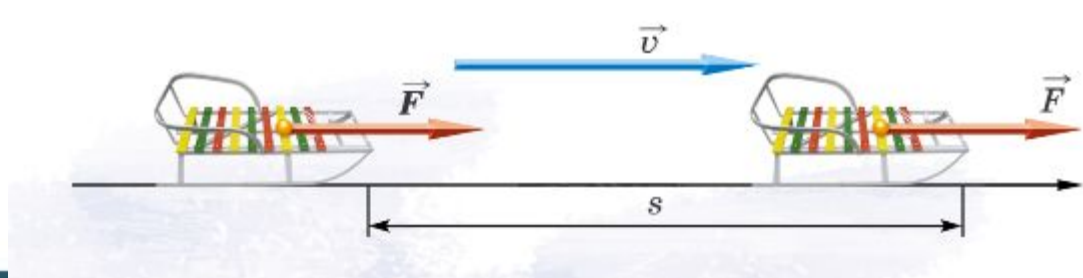


# Работа силы



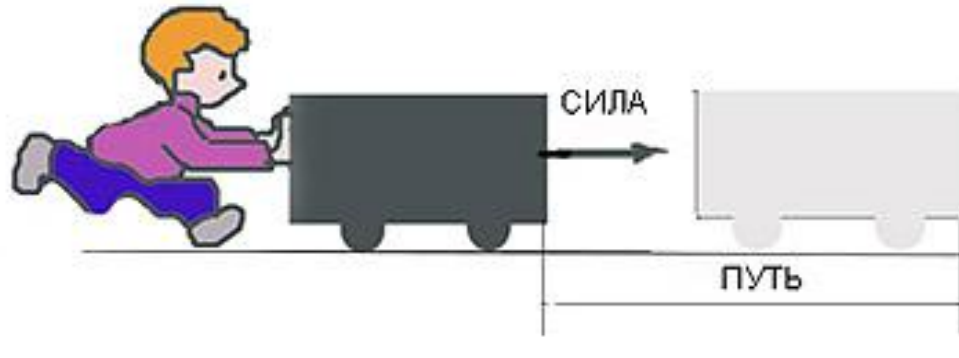
В каких случаях совершается механическая работа?

Механическая работа совершается, только когда на тело действует сила и оно движется.





# Механическая работа



- **Механическая работа** – это процесс **перемещения** под действием **силы**.
- **Механическая работа** - физическая величина, равная **произведению силы**, действующей на тело, на **путь**, совершенный телом под действием силы в направлении этой силы.



# Определение, формула работы.

$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$

$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$



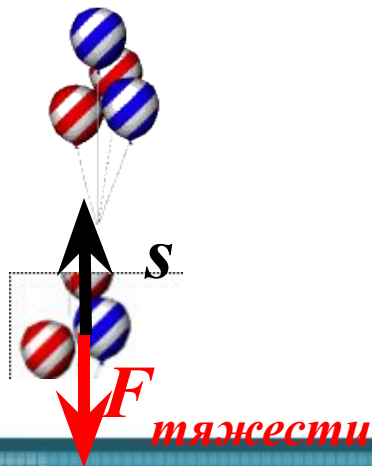


# Работа является **скалярной** величиной

Работа может быть

**отрицательна**

Если направление силы и направление движения тела противоположны



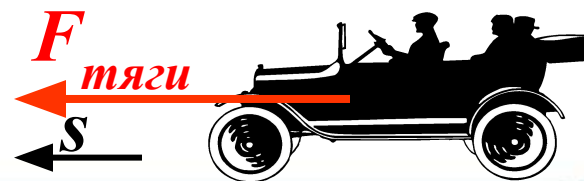
равна нулю



$S - ?$

**положительна**

Если направление силы и направление движения тела совпадают







# Работа равна нулю

Сила **действует**, а  
тело **НЕ**  
**перемещается**

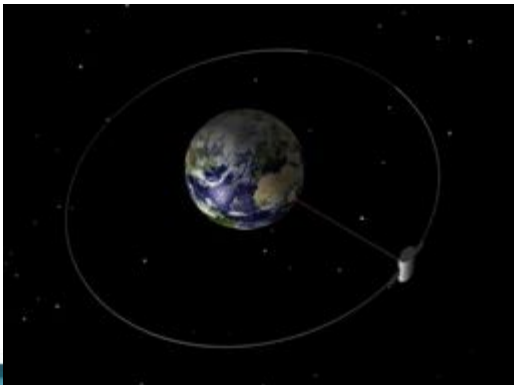
Тело  
**перемещается**, а  
сила **равна нулю**



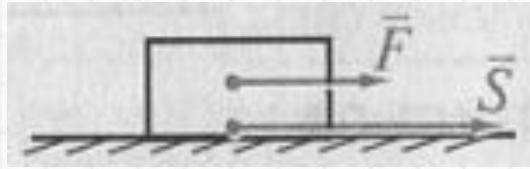
Например:  
при **движении по**  
**инерции** работа не  
совершается.

**Направление**  
действия **силы** и  
направление  
**движения** тела  
**взаимно**

**перпендикулярны**

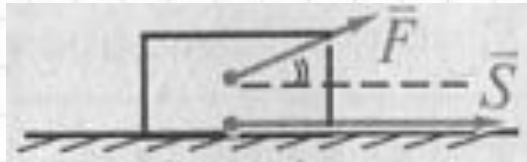


$$\alpha = 0^\circ$$



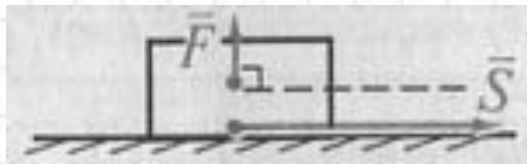
$$A > 0 \text{ (max)}$$

$$0^\circ < \alpha < 90^\circ$$



$$A > 0$$

$$\alpha = 90^\circ$$



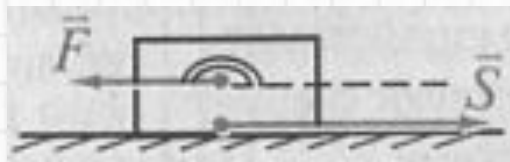
$$A = 0$$

$$90^\circ < \alpha < 180^\circ$$



$$A < 0$$

$$\alpha = 180^\circ$$



$$A < 0 \text{ (max)}$$

$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$



$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$

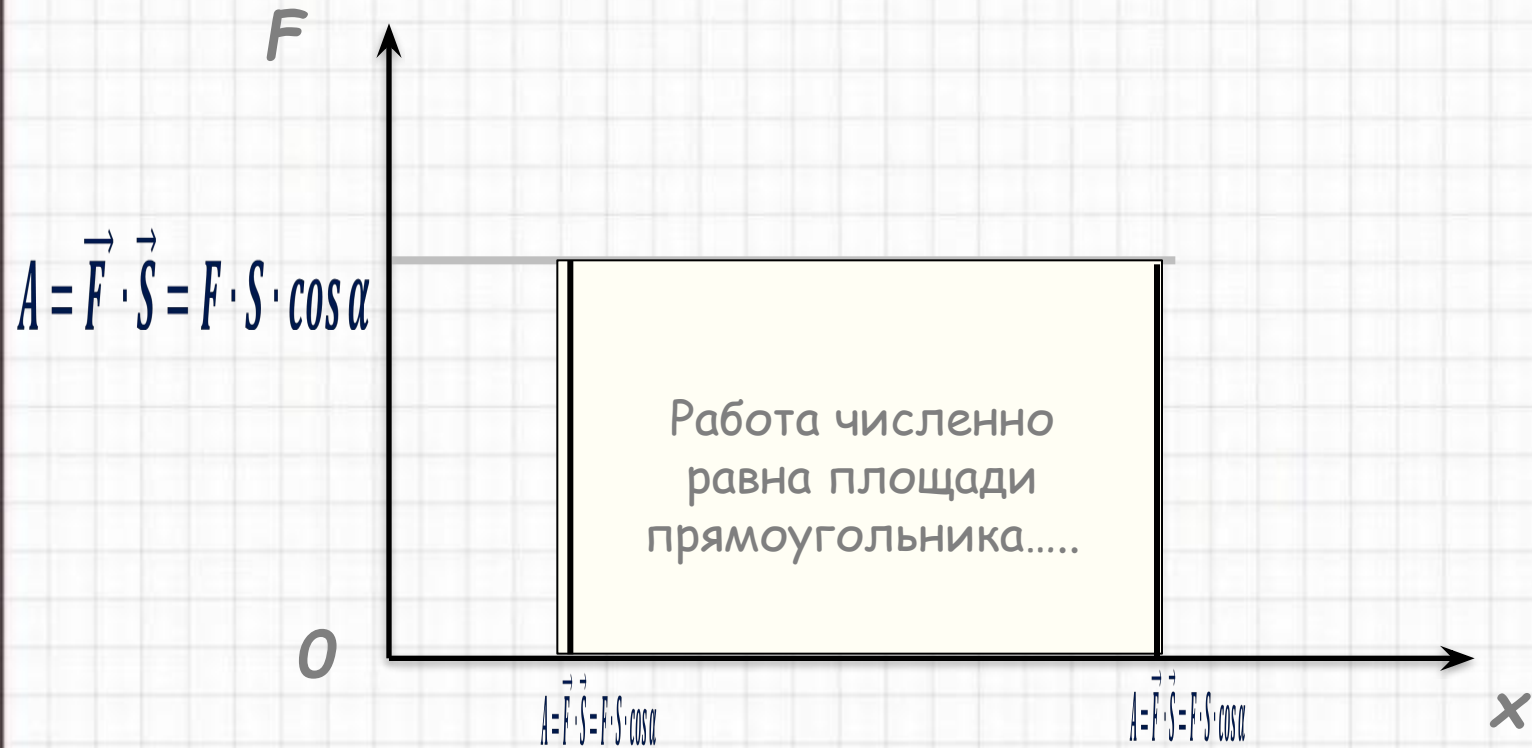
$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$



Джеймс ДЖОУЛЬ  
1818 г. - 1889 г.

Джоуль - это работа,  
совершаемая силой  
1 Н на перемещении 1 м,  
если направления силы и  
перемещения совпадают.

$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$



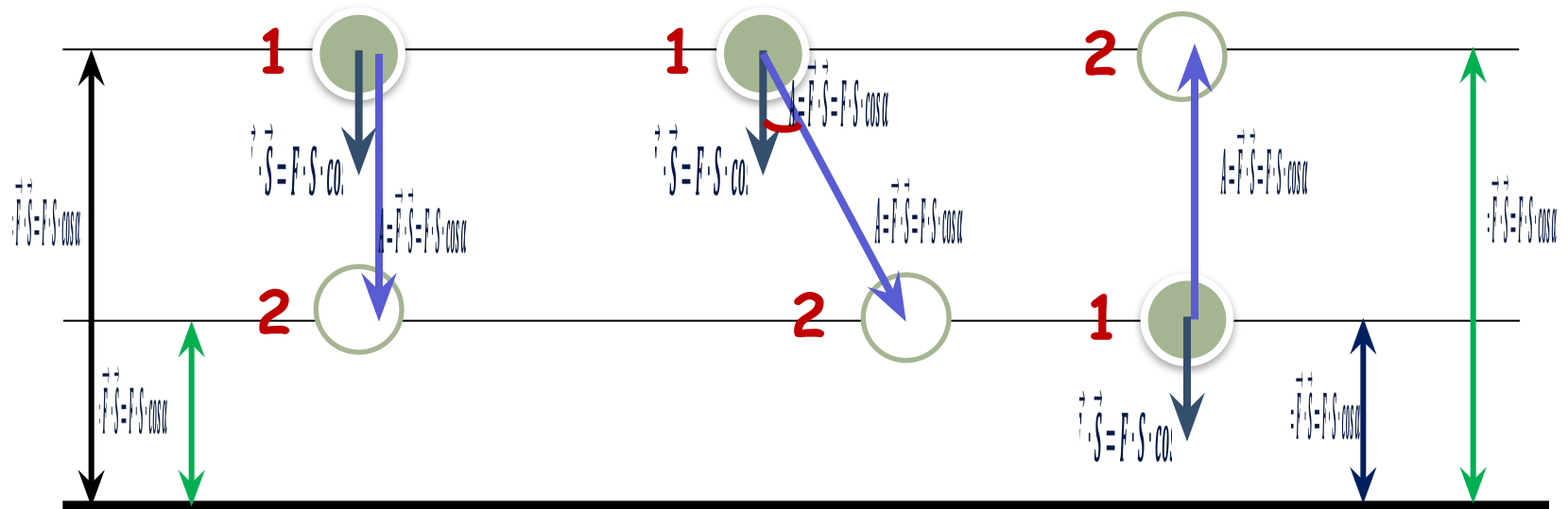
$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$



# Работа силы тяжести

$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$

$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$



$$\alpha = 0^\circ, \cos \alpha = 1$$

$$A = mg \cdot S \cdot \cos \alpha$$

$$\alpha = 180^\circ, \cos \alpha = -1$$

$$S = h_1 - h_2$$

$$S \cdot \cos \alpha = h_1 - h_2$$

$$S = h_2 - h_1$$

$$A = mg(h_1 - h_2)$$

$$A = mg(h_1 - h_2)$$

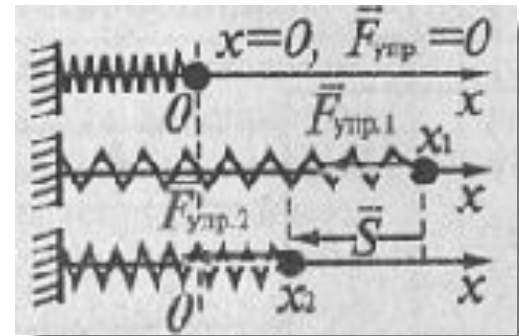
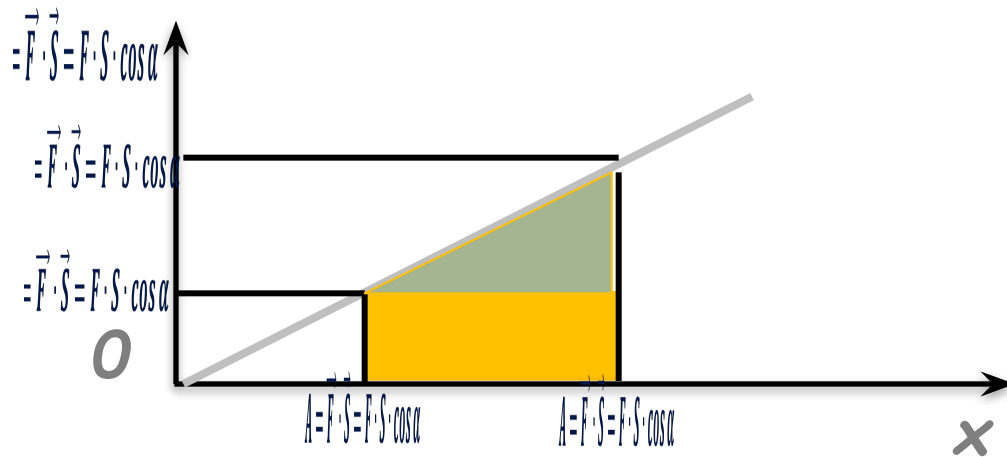
$$A = mg(h_2 - h_1) \cdot (-1)$$

$$A = mg(h_1 - h_2)$$

# Работа силы упругости



$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$

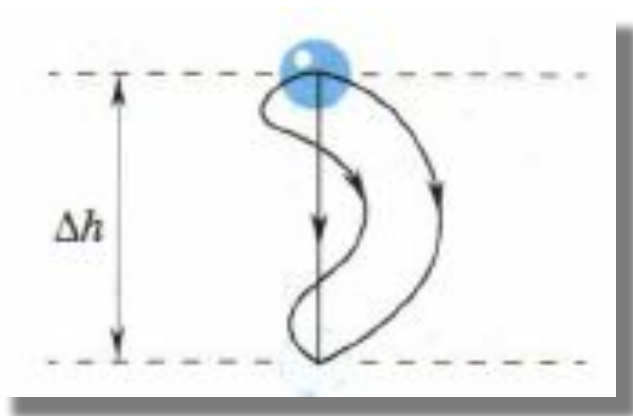


Растянутая пружина  
сжимается

$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$

# Работа силы тяжести и силы упругости

- ✓ Не зависит от формы траектории и длины пути, а определяется лишь начальным и конечным положением тела



- ✓ Работа по замкнутой траектории равна нулю

Силы, обладающие такими свойствами называются консервативными.

Сила тяжести и сила упругости – консервативные силы.





# Закрепление:

- Что называют механической работой?
- Какая формула выражает смысл этого понятия?
- В каком случае можно сказать , что тело совершает работу?
- Тело брошено вертикально вверх.  
Укажите, какую работу совершает тело?



Рассмотрим задачи:



Если вектор силы направлен под углом  $90^\circ$  к вектору скорости тела, то работа этой СИЛЫ ...

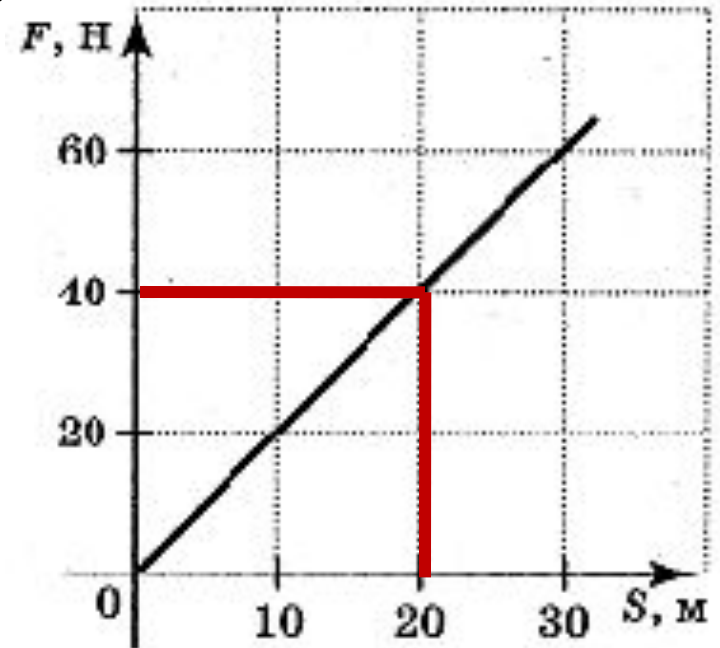
1. равна произведению модуля силы на пройденный путь.
2. на любом пути равна нулю.
3. равна произведению модуля силы на пройденный путь, взятому со знаком минус.
4. пропорциональна скорости движения тела.



На рисунке приведена зависимость модуля действующей на тело силы от его перемещения. Тело перемещается по направлению действия силы. Определить работу этой силы при перемещении тела на 20 м

$$A = F \cdot s$$

$$A = 40 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м} = 800 \text{ Дж}$$



Ответ: **• 800** (Дж)



- №403. Совершает ли человек работу, поднимаясь по лестнице на верхний этаж здания?

А если он поднимается на лифте?

- Если человек поднимается по лестнице, то совершает работу.

Если поднимается на лифте, то работу совершают над ним, а значит человек не совершает работы.





- Четверо ребят на двух санях перевезли по одному и тому же пути металлолом. Веревки они натягивали с одинаковой силой, но ребята одной пары шли рядом, а другой — поодаль друг от друга. Которая из пар совершила большую работу?
- Первая пара  $F_l$ , вторая  $F_l \cos \alpha$ , т.к.  $\cos \alpha < 1$  при  $\alpha > 0$ , то  $F_l > F_l \cos \alpha$ .



- Трактор перемещает платформу со скоростью  $7,2 \text{ км/ч}$ , развивая тяговое усилие в  $25 \text{ кН}$ . Какую работу совершит трактор за  $10 \text{ мин}$  ?



Дано

$$v = 7,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$F = 25 \text{ кН}$$

$$t = 10 \text{ мин}$$

$$A = ?$$

СИ

$$2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$25\,000 \text{ Н}$$

$$10 \cdot 60 \text{ с}$$

- Для вычисления работы необходимо знать расстояние, пройденное телом. В условии задачи дана скорость движения трактора и время движения, поэтому воспользуемся формулой  $S = v \cdot t$
- которую подставим в выражение для работы и получим рабочую формулу  $A = F \cdot S$
- Подстановка данных из условия задачи дает



Дано

$$v = 7,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$F = 25 \text{ кН}$$

$$t = 10 \text{ мин}$$

$$A = ?$$

СИ

$$2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$25\,000 \text{ Н}$$

$$10 \cdot 60 \text{ с}$$

$$S = v \cdot t$$

$$A = F \cdot S = F \cdot v \cdot t =$$

$$= 25\,000 \text{ Н} \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot$$

$$\cdot 10 \cdot 60 \text{ с} =$$

$$= 30\,000\,000 \text{ Дж} =$$

$$= 30 \text{ МДж}$$

Ответ:  $A = 30 \text{ МДж}$ .



# Используемая информация

- *Сборник задач по физике, автор Степанова Г.Н., 9-11 класс, 1997*
- [http://davay5.com/z.php?theme=mehanicheskaya-rabota-i-moshchnost&a=stepanova\\_9\\_10\\_11\\_klass&g=zakony-sohraneniya](http://davay5.com/z.php?theme=mehanicheskaya-rabota-i-moshchnost&a=stepanova_9_10_11_klass&g=zakony-sohraneniya)
- <http://100ballov.kz/mod/page/view.php?id=995>