

# ДАВЛЕНИЕ

Действие силы на поверхность тела характеризуется давлением.

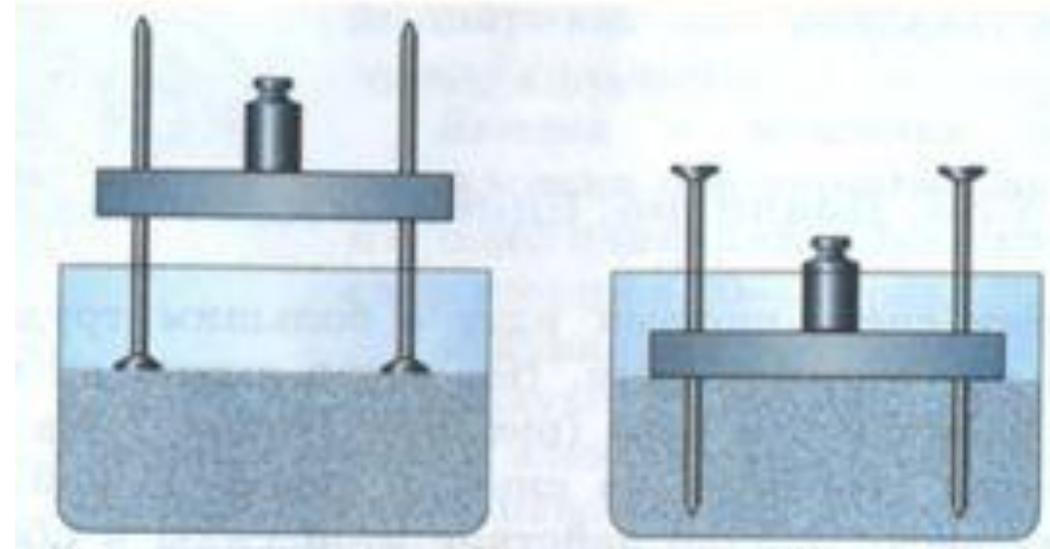
Давление – это отношение действующей перпендикулярно поверхности силы, к площади этой поверхности.

$$P = \frac{F}{S}$$

$P$  – давление, Паскаль (Па);

$F$  – сила, действующая перпендикулярно поверхности, Н;

$S$  – площадь поверхности к которой приложена сила, м<sup>2</sup>.



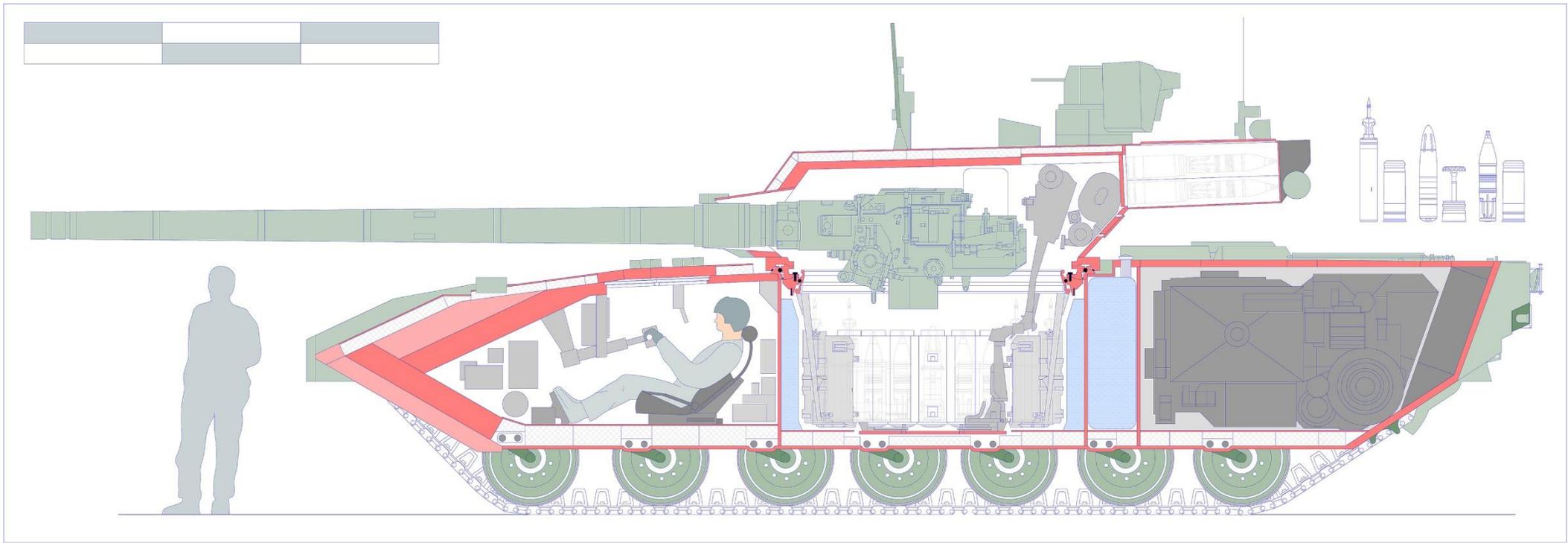
1 Паскаль – это такое давление, при котором на 1 квадратный метр поверхности воздействует сила 1 Ньютон, направленная перпендикулярно данной поверхности.

Выделяют давление твердого тела, давление жидкости и давление газа.

Сегодня мы рассматриваем давление твердого тела. Давление жидкостей и газов будет рассмотрено нами в следующих темах.

# Задача

Определите давление, которое оказывает танк Т-14 на гусеничной платформе армата на грунт. Масса танка 48 тонн. Ускорение свободного падения  $10 \text{ м/с}^2$ . Ширина гусеницы 56,4 см, длина части гусеницы, соприкасающейся с грунтом 5,491 м.



Дано:

$$m = 48 \text{ т}$$
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$a = 56,4 \text{ см}$$
$$b = 5,49 \text{ м}$$

$P = ?$

Сл

$$48000 \text{ кг}$$

$$0,564 \text{ м}$$

$$P = \frac{F}{S} = \frac{mg}{2 \cdot a \cdot b} = \frac{48000 \cdot 10}{2 \cdot 0,564 \cdot 5,49} \approx 77500 \text{ (Па)}$$

Ответ: 77500 Па

**РАБОТА**

# РАБОТА ПРИ ПОСТУПАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ

Работа силы – это физическая величина, характеризующая влияние силы на перемещение тела, к которому она приложена.

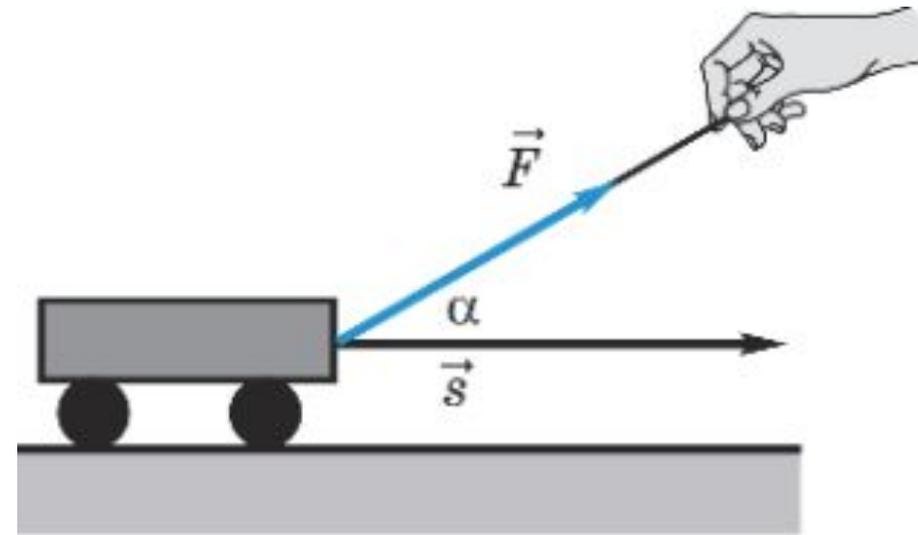
$$A = \vec{F} \cdot \vec{s} = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

$A$  – работа силы, Джоуль (Дж);

$F$  – сила, Ньютон (Н);

$s$  – перемещение тела, метр (м);

$\alpha$  – угол между вектором силы и вектором перемещения.



# Задача

Какую работу совершает сила трения, действующая на ящик при его перемещении на 40 см, если она постоянна и равна 5 Н?

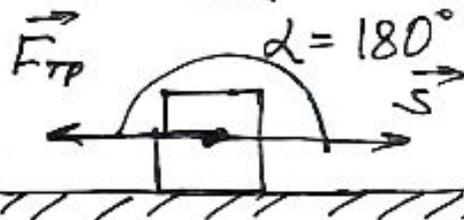
# Задача

Какую работу совершает сила трения, действующая на ящик при его перемещении на 40 см, если она постоянна и равна 5 Н?

Дано:	СИ
$F_{\text{тр}} = 5 \text{ Н}$ $s = 40 \text{ см}$	$0,40 \text{ м}$
$A = ?$	

Решение:

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



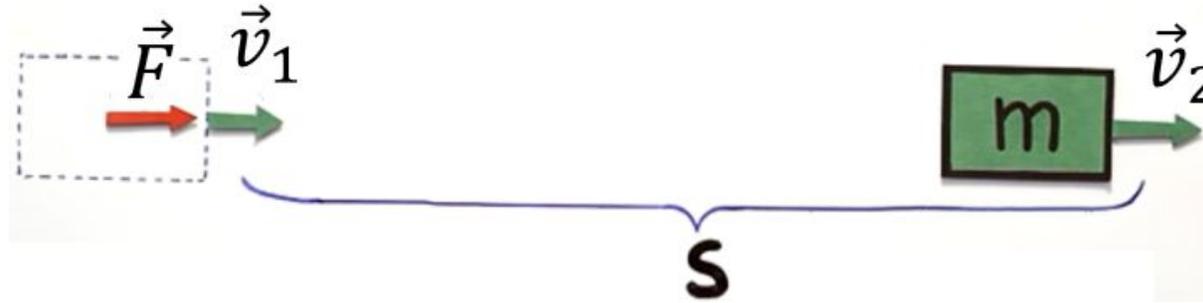
Работа отрицательна т.к. направление силы трения противоположно направлению движения.

$$A = 5 \cdot 0,40 \cdot (-1) = -2 \text{ Дж}$$

Ответ: -2 Дж.

# КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Пусть тело разгоняется под действием постоянной равнодействующей силы  $\vec{F}$ .



За время  $t$  тело совершит перемещение  $\vec{s}$ . Значит сила  $\vec{F}$  совершит работу:

$$A = \vec{F} \cdot \vec{s} = F \cdot s \cdot \cos \alpha = F \cdot s \quad (1)$$

Перемещение выразим через среднюю скорость:  $s = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t \quad (2)$

Силу выразим из второго закона Ньютона:  $F = m \cdot a \quad (3)$

Ускорение по определению равно:  $a = \frac{v_2 - v_1}{t} \quad (4)$

$$(2), (3), (4) \rightarrow (1): A = m \cdot \frac{v_2 - v_1}{t} \cdot \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t = m \cdot \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} = \frac{m \cdot v_2^2}{2} - \frac{m \cdot v_1^2}{2}$$

# КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Таким образом при совершении силой работы над телом мы увидели изменение некоторого параметра данного тела, который назвали кинетической энергией:

- 

$$E_{\text{к}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$E_{\text{к}}$  - кинетическая энергия поступательного движения тела, Дж;

$m$  – масса тела ,кг;

$v$  – скорость тела,  $\frac{\text{м}}{\text{с}}$

Кинетическая энергия поступательного движения – это энергия, которая определяется скоростью центра масс тела.

# Задача

Найдите тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 40 км/ч; 60 км/ч; 90 км/ч. Коэффициент трения шин об асфальт считайте равным 0.9.

Дано:	Сл:
$v_1 = 40 \text{ км/ч}$	$11,1 \text{ м/с}$
$v_2 = 60 \text{ км/ч}$	$16,7 \text{ м/с}$
$v_3 = 90 \text{ км/ч}$	$25 \text{ м/с}$
$\mu = 0,9$	
<hr/>	
$S_1 - ?$	
$S_2 - ?$	
$S_3 - ?$	

Решение

$$\frac{mv^2}{2} = \underbrace{F_{\text{тр}} \cdot S}_{\text{работа сил трения}} \quad (1)$$

$$|F_{\text{тр}}| = |\mu N| = |\mu mg| \quad (2)$$

(2)  $\rightarrow$  (1):

$$\frac{mv^2}{2} = \mu mg S$$

$$S = \frac{v^2}{2\mu g}$$

$$S_1 = \frac{11,1^2}{2 \cdot 0,9 \cdot 10} \approx 6,8 \text{ м}$$

$$S_2 = \frac{16,7^2}{2 \cdot 0,9 \cdot 10} \approx 15,5 \text{ м}$$

$$S_3 = \frac{25^2}{2 \cdot 0,9 \cdot 10} = 34,7 \text{ м}$$

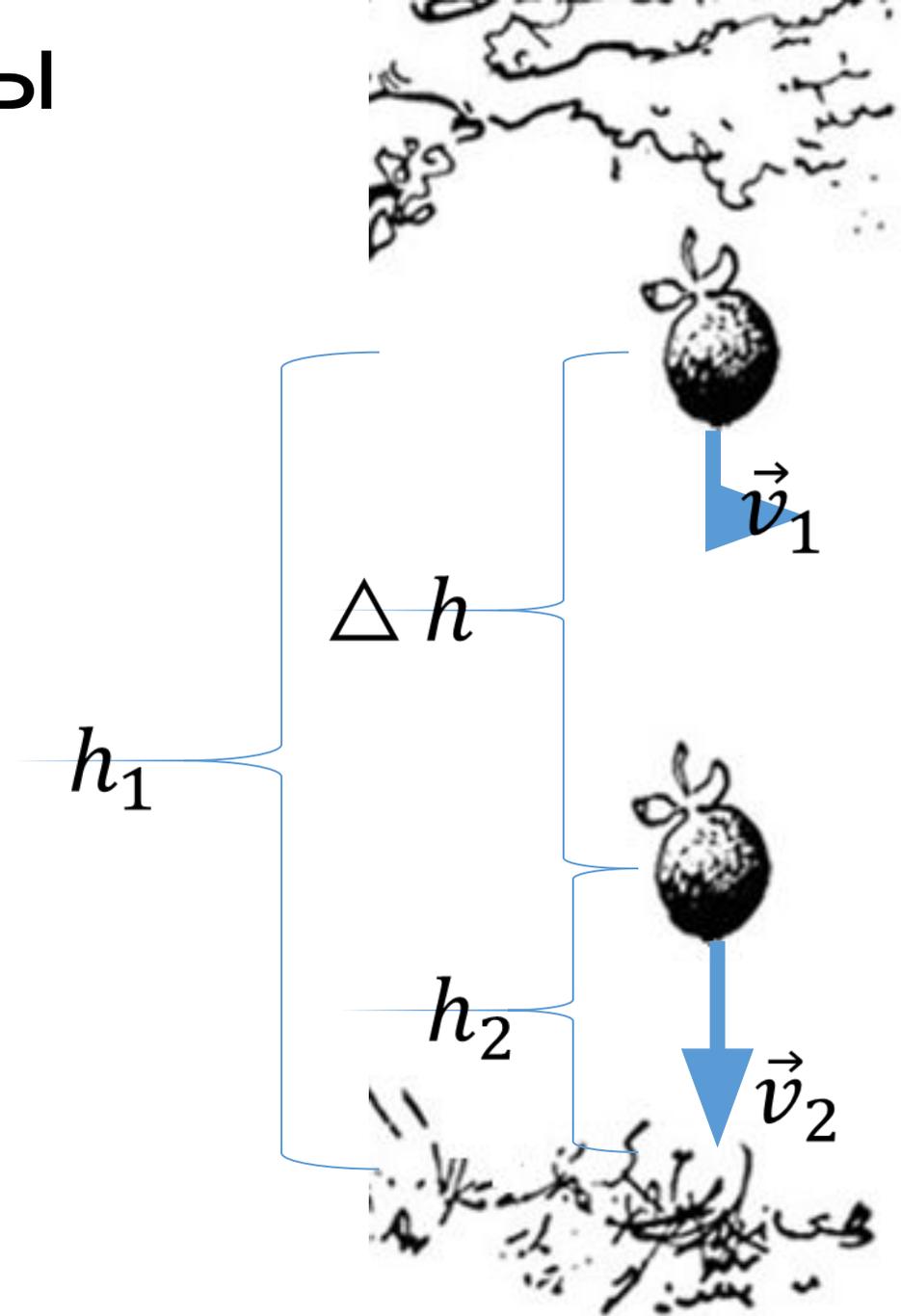
Ответ: 6,8 м; 15,5 м; 34,7 м.

# Потенциальная энергия силы тяжести

При свободном падении работу над падающим телом совершает сила тяжести  $mg$ . Перемещение тела  $\Delta h = h_1 - h_2$ .

$$A = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2$$

Сила тяжести совершает работу при любом перемещении тела вдоль вертикальной оси. При этом меняется характеристика тела, связанная с перемещением тела и позволяющая рассчитать работу:  $mgh_i$



# ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ТЕЛА В ПОЛЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

Параметр, который изменялся вместе с перемещением тела в вертикальной плоскости называли потенциальной энергией. Потенциальная энергия – энергия, которая определяется взаимным расположением взаимодействующих тел (тела и Земли в данном случае).

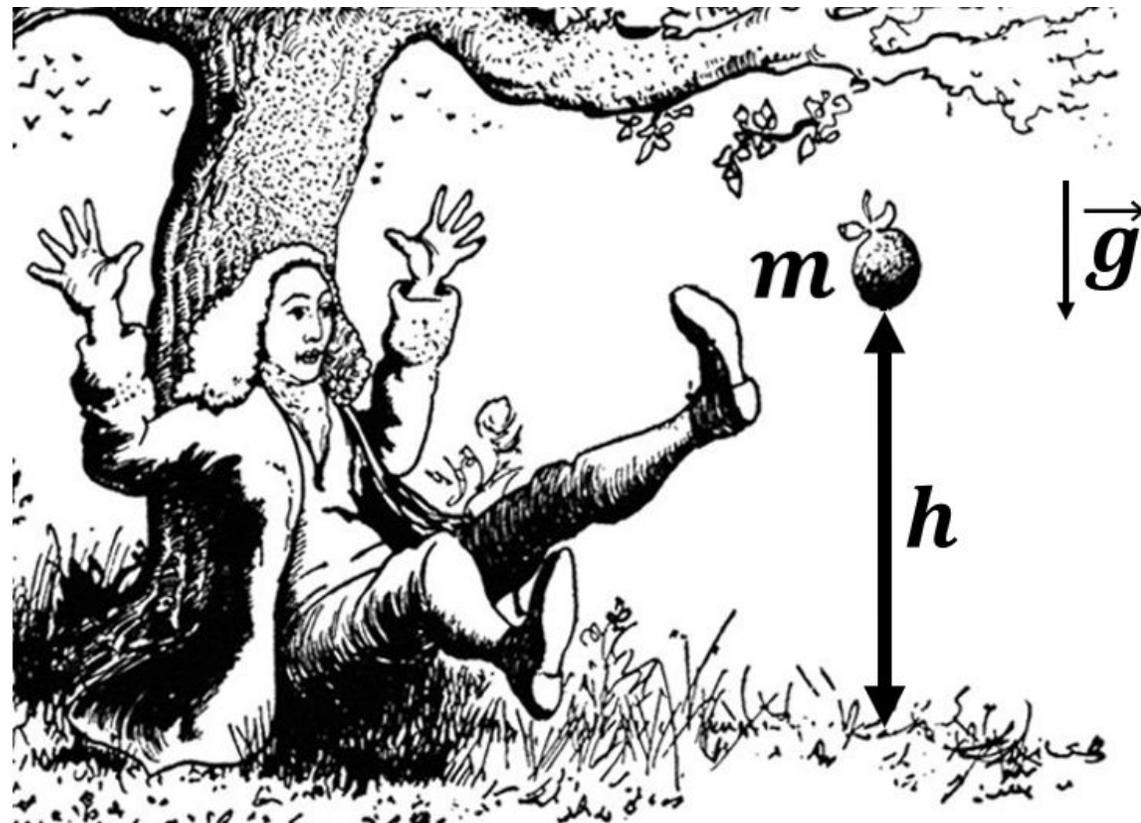
$$E_{\text{П}} = m \cdot g \cdot h$$

$E_{\text{П}}$  – потенциальная энергия тела в гравитационном поле Земли, Дж;

$m$  – масса тела, кг;

$g$  – ускорение свободного падения,  $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ;

$h$  – высота, м.



# Закон сохранения механической энергии

Если в замкнутой системе не действуют силы трения и силы сопротивления, то сумма кинетической и потенциальной **энергии** всех тел системы остается величиной постоянной.

$$\sum E_{Ki} + \sum E_{Pi} = const$$

# Задача

Водитель жигулей приближается к десяти метровому подъему со скоростью 72 км/ч, а водитель Aurus со скоростью 144 км/ч. Оба водителя въезжают на горку на нейтральной передаче (накатом). Какие скорости будут показывать спидометры автомобилей в верхней точке подъема?



Дано:

$$v_1 = 72 \text{ км/ч}$$

$$v_2 = 144 \text{ км/ч}$$

$$h = 10 \text{ м}$$

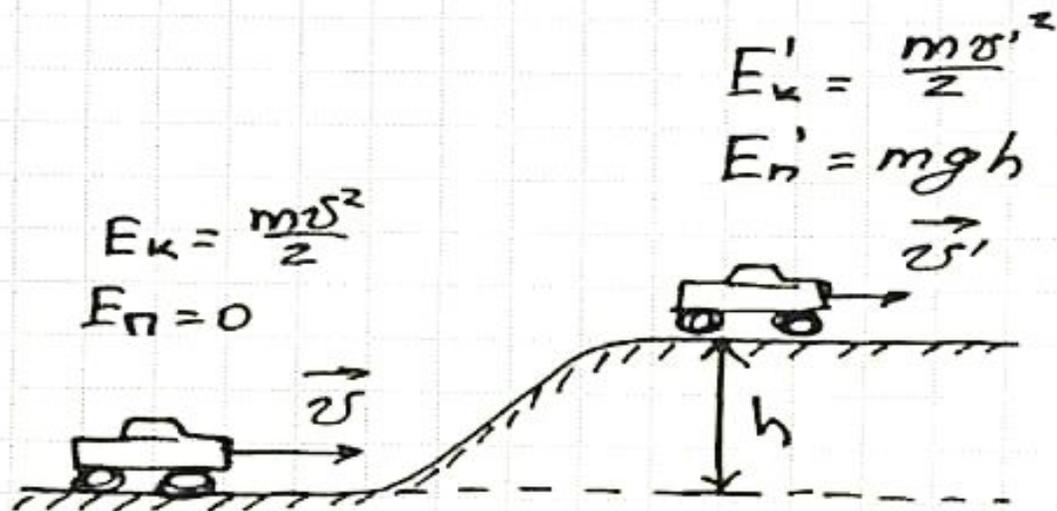
Сл:

$$20 \text{ м/с}$$

$$40 \text{ м/с}$$

$$v_1' - ?$$

$$v_2' - ?$$



По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mv'^2}{2} \quad | \cdot 2 \quad (1)$$

$$v^2 = 2gh + v'^2 \Rightarrow v' = \sqrt{v^2 - 2gh} \quad (2)$$

$$v_1' = \sqrt{v_1^2 - 2gh} = \sqrt{20^2 - 2 \cdot 10 \cdot 10} = \sqrt{400 - 200} = \sqrt{200} \approx 14 \text{ (м/с)}$$

$$14 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 14 \frac{\frac{1}{1000} \text{ км}}{\frac{1}{3600} \text{ с}} = 14 \cdot \frac{3600}{1000} \frac{\text{ км}}{\text{ с}} \approx 50 \text{ км/ч}$$

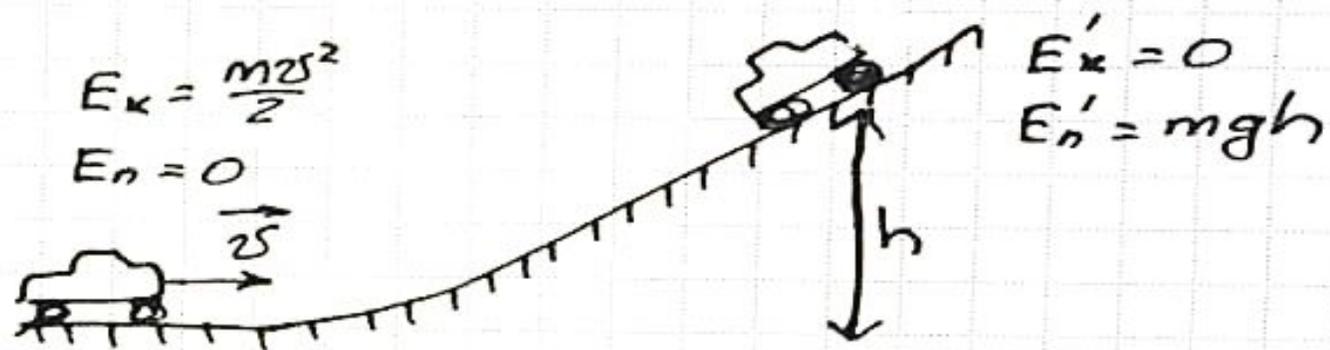
$$v_2' = \sqrt{v_2^2 - 2gh} = \sqrt{40^2 - 2 \cdot 10 \cdot 10} = 37 \text{ (м/с)} \text{ или } 133 \text{ км/ч}$$

Ответ: 50 км/ч ; 133 км/ч.

# Задача

В условиях предыдущей задачи найдите высоты, на которых остановится каждый из автомобилей на тормозном тупике.





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

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

$$h_1 = \frac{20^2}{2 \cdot 10} = 20 \text{ (m)}$$

$$h_2 = \frac{40^2}{2 \cdot 10} = \frac{1600}{20} = 80 \text{ (m)}$$

Отвѣт: 20 м; 80 м.

# ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ СЖАТОЙ ПРУЖИНЫ

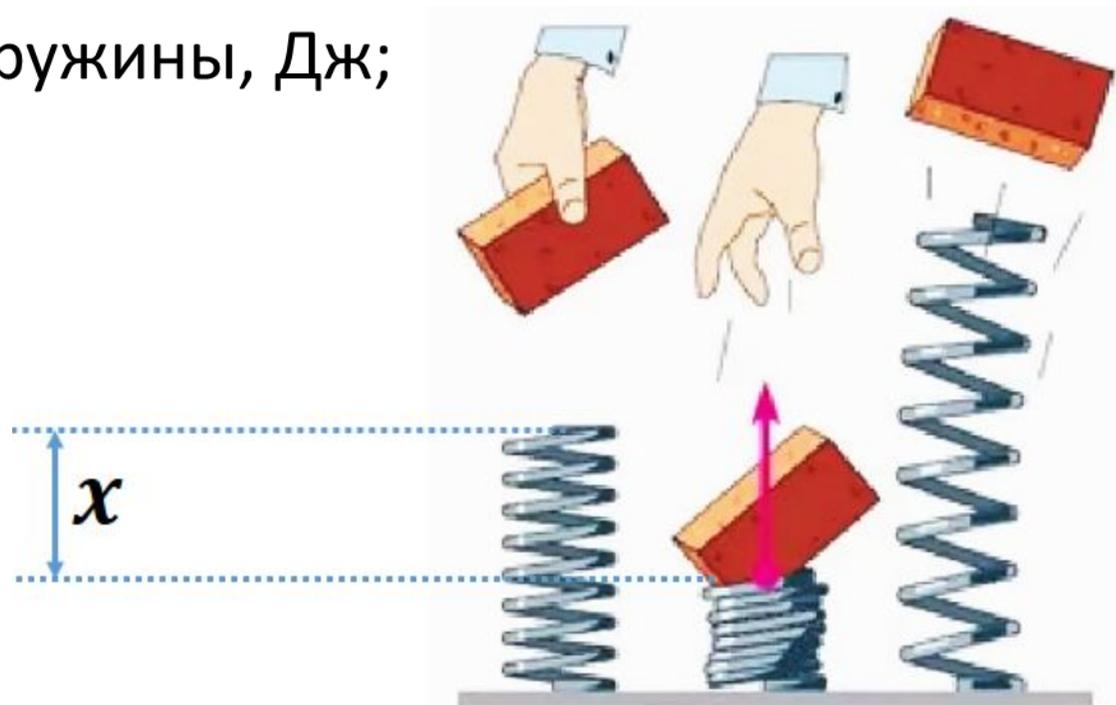
Потенциальная энергия деформированного тела – потенциальная энергия обусловленная взаимным расположением частей тела.

$$E_{\text{пр}} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

$E_{\text{пр}}$  – потенциальная энергия сжатой пружины, Дж;

$k$  – жесткость пружины,  $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$ ;

$x$  – удлинение пружины, м.



# Задача\*

К концу сжатия пружины детского пружинного пистолета на 3 см приложенная к ней сила была равна 20 Н. Найти потенциальную энергию сжатой пружины. До какой максимальной высоты долетит присоска, если ее масса 4 грамма. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Дано:  $x = 3 \text{ см}$   
 $F = 20 \text{ Н}$   
 $m = 4 \text{ г}$   
 $E_{\text{пр}} - ?$   
 $h - ?$

СИ:  
 $0,03 \text{ м}$   
 $0,004 \text{ кг}$

Решение:

$$E_{\text{пр}} = \frac{Kx^2}{2} \quad (1)$$

$K$  найдем из закона Гука:  $F = Kx \Rightarrow K = \frac{F}{x} = \frac{20}{0,03} \approx 667 \text{ (Н/м)}$  (2)

Энергия сжатой пружины будет равна:

$$E_{\text{пр}} = \frac{667 \cdot 0,03^2}{2} = 0,3 \text{ Дж.}$$



В верхней точке траектории вертикального полёта энергия сжатой пружины переходит полностью в потенциальную энергию  $mgh$ :

$$E_{\text{пр}} = mgh \Rightarrow h = \frac{E_{\text{пр}}}{mg} = \frac{0,3}{0,04 \cdot 10} = 7,5 \text{ (м)}$$

Ответ: 0,3 Дж; 7,5 м.

# КПД

**Коэффициент полезного действия (КПД)** – отношение полезной работы к затраченной работе.

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} \cdot 100\%$$

$\eta$  – КПД, %;

$A_{\text{пол}}$  - полезная работа, Дж;

$A_{\text{затр}}$  - затраченная работа, Дж.

# Задача

Определите КПД наклонной плоскости длиной 10 м и высотой 3 м, если для равномерного подъема по ней ящика массой 50 кг нужно прикладывать силу 200 Н



Дано:

$$m = 50 \text{ кг}$$

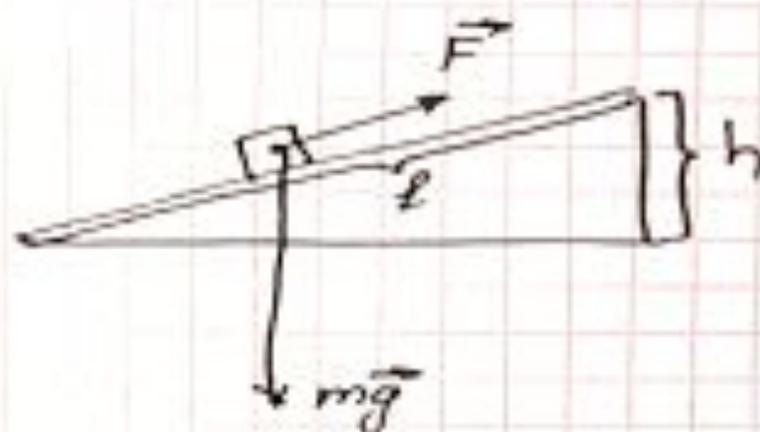
$$l = 10 \text{ м}$$

$$h = 3 \text{ м}$$

$$F = 200 \text{ Н}$$

$\eta = ?$

ЦМ:



$$\eta = \frac{A_{\text{пол.}}}{A_{\text{зат}}} = \frac{mg \cdot h}{F \cdot l} = \frac{50 \cdot 10 \cdot 3}{200 \cdot 10} = \frac{1500}{2000} = 0,75$$

Ответ: 75%

# МОЩНОСТЬ

Мощность – физическая величина, равная работе совершаемой в единицу времени.

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

$N$  – мощность, Ватт (Вт);

$A$  – работа, Дж;

$t$  – время, с.

Двигатель имеет мощность 1 Вт если он совершает работу 1 Дж за 1 секунду.

# Задача

Какова мощность насоса способного поднять 4,5 куб. м. воды на высоту 5 м за 5 секунд. Найдите также его мощность в лошадиных силах (1 лошадиная сила = 735,5 Вт).

Дано:

$$V = 4,5 \text{ м}^3$$

$$h = 5 \text{ м}$$

$$t = 5 \text{ с}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$N = ?$

СИ:

Решение

$$N = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho \cdot V \cdot gh}{t} = \frac{1000 \cdot 4,5 \cdot 10 \cdot 5}{5} = 45000 \text{ (Вт)}$$

$$\frac{45000}{735,5} \approx 61 \text{ (л.с.)}$$

Ответ: 45000 Вт (61 л.с.)

# МОЩНОСТЬ

- $$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot v$$

$$N = F \cdot v$$

$N$  – мощность, Ватт (Вт);

$F$  – сила, Н;

$v$  – скорость,  $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

# Задача

Какова мощность электродвигателя подъемного крана, если он способен поднимать груз массой 1 тонна со скоростью 0,5 м/с?

Дано:	СЦ:
$m = 1\text{ т}$	$1000\text{ кг}$
$v = 0,5\text{ м/с}$	
<hr/>	
$N = ?$	

Решение.

$$N = F \cdot v = mg \cdot v =$$

$$= 1000 \cdot 10 \cdot 0,5 = 5000 \text{ (Вт)}$$

Ответ: 5000 Вт.

# Калория

**Калория** – количество энергии, необходимое для нагрева 1 грамма воды на 1 градус.

1 Калория  $\approx$  4,2 Дж

1 ккал = 1000 ккалорий  $\approx$  4200 Дж

1 Дж = 1 калория/4,2  $\approx$  0,24 ккалории = 0,00024 ккал