

Законы сохранения в механике

Цель: повторить и обобщить
основные понятия и формулы
законов сохранения в механике

Притча:

В старинном городе жил Мастер, окруженный учениками. Самый способный из них однажды задумался: «А есть ли вопрос, на который наш Мастер не смог бы ответить?». Он пошел на цветущий луг, поймал самую красивую бабочку и спрятал ее между ладонями. Бабочка цеплялась за его руки, и ученику было щекотно. Улыбаясь, он подошел к Мастеру и спросил: - Скажите, какая бабочка у меня в руках, живая или мертвая? Он крепко держал бабочку в сомкнутых ладонях и готов был в любое мгновение раскрыть или сжать их ради своей истины. Не глядя на ученика, Мастер ответил: - Все в твоих руках.

Импульс тела – векторная физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость

$$\vec{p} = m \bullet \vec{v} \quad \text{кг}\cdot\text{м/с}$$

Направление импульса совпадает с направлением скорости

$$p \uparrow \uparrow v \quad \text{так как} \quad m > 0$$

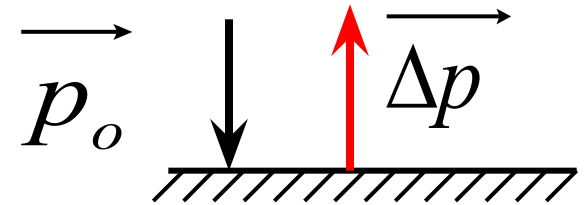
Импульс тела равен нулю, если тело не движется ($v=0$)

Изменение импульса тела- векторная разность между конечным и начальным импульсом тела

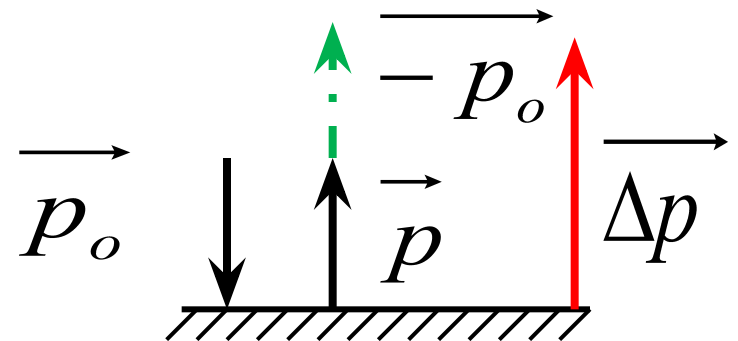
$$\vec{\Delta p} = \vec{p} - \vec{p}_0 = \vec{p} + (-\vec{p}_0)$$

Частные случаи определения изменения импульса тела

1. Абсолютно неупругий удар о горизонтальную поверхность – конечная скорость равна нулю: $v=0$, $p=0$ $\Delta p=p_0$

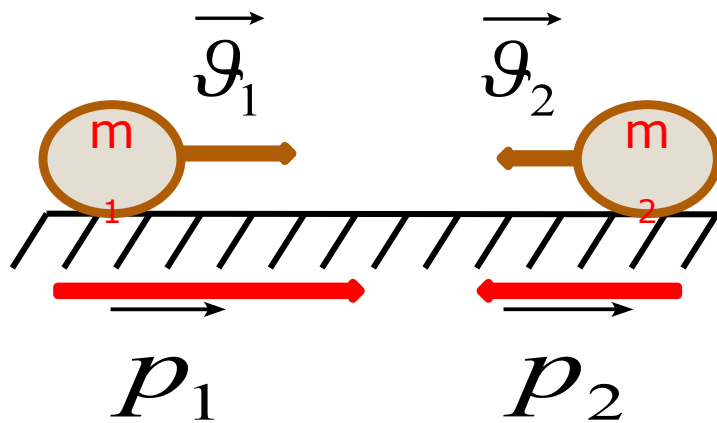


2. Абсолютно упругий удар о горизонтальную поверхность – модули начальной и конечной скорости равны: $v=v_0$, $p=p_0$, $\Delta p=2p_0=2m \cdot v_0$

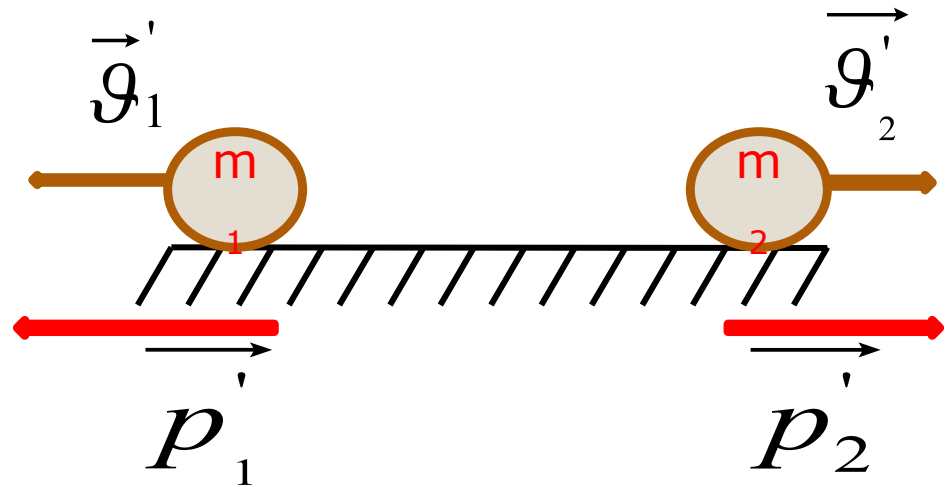


Закон сохранения импульса

до взаимодействия



после взаимодействия



$$m_1 \vec{g}_1 + m_2 \vec{g}_2 = m_1 \vec{g}'_1 + m_2 \vec{g}'_2 \quad \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$$

Векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, не меняется с течением времени при любых движениях и взаимодействиях этих тел

Частные случаи закона сохранения импульса

Неупругое столкновение с неподвижным телом

$$m_1 \mathcal{V}_1 = (m_1 + m_2) \mathcal{V}$$

Неупругое столкновение движущихся тел

$$\pm m_1 \mathcal{V}_1 \pm m_2 \mathcal{V}_2 = \pm (m_1 + m_2) \mathcal{V}$$

До взаимодействия тела двигались с одинаковой скоростью

$$(m_1 + m_2) \mathcal{V} = \pm m_1 \mathcal{V}'_1 \pm m_1 \mathcal{V}'_2$$

$$M_p \vec{v}_p + m_{\text{газа}} \vec{u}_{\text{газа}} = 0$$

$$M_p v_p - m_{\text{газа}} u_{\text{газа}} = 0$$

$$M_p v_p = m_{\text{газа}} u_{\text{газа}}$$

$$v_p = \frac{m_{\text{газ}}}{M_p} U_{\text{газа}}$$



это энергия движущегося тела.

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

Кинетическая энергия-

$$A = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1}$$

Это равенство выражает теорему об изменении кинетической энергии: изменение кинетической энергии тела (материальной точки) за некоторый промежуток времени равно работе, совершённой за то же время силой, действующей на тело.

это энергия взаимодействия.

$$E_n = mgh$$

Потенциальная энергия-

$$A = \Delta E_k$$

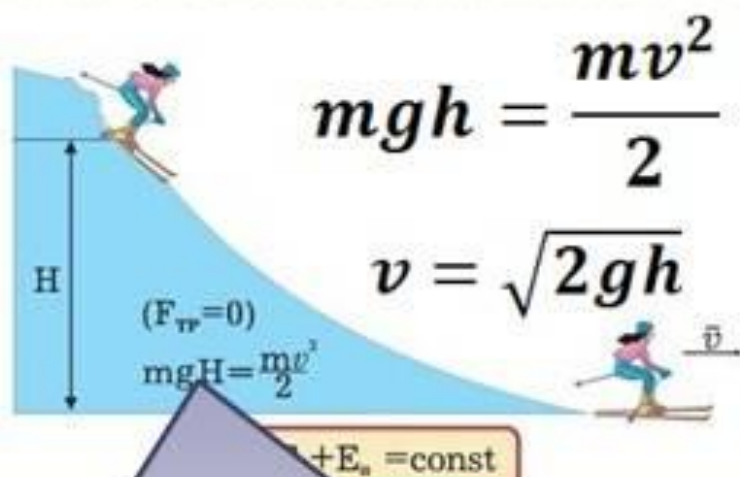
$$A = -\Delta E_n$$

$$\Delta E_k = -\Delta E_n$$

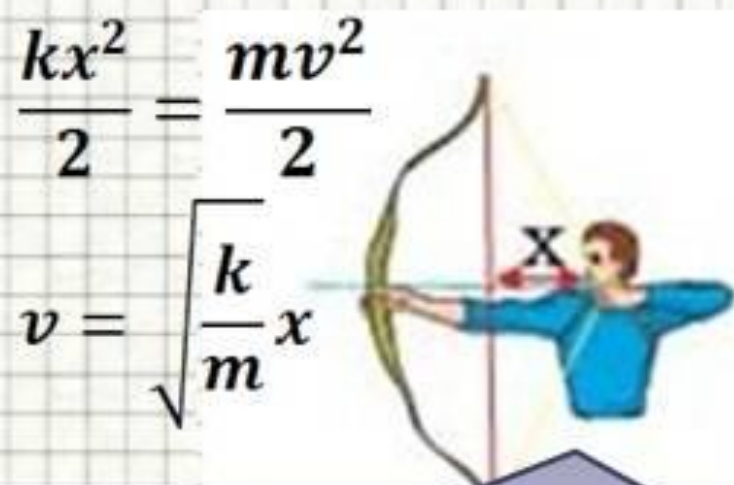
Величину E , равную сумме кинетической и потенциальной энергий системы, называют механической: $E = E_k + E_n$

Закон сохранения энергии в механике

Примеры применения закона сохранения энергии



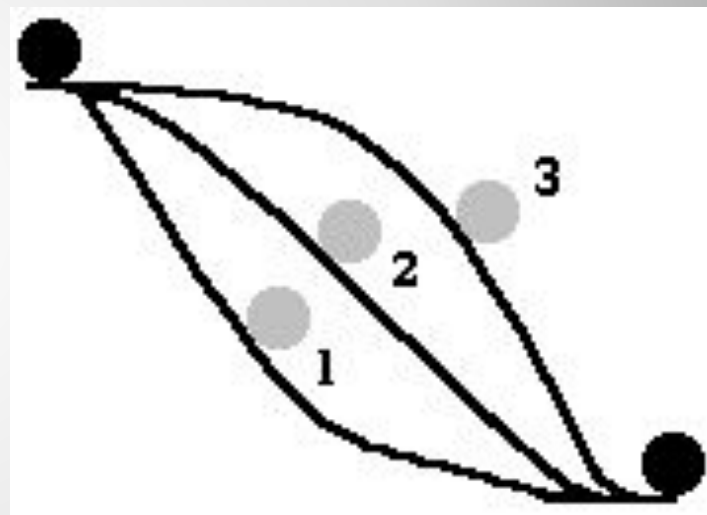
Потенциальная энергия тела, поднятого над землей переходит в кинетическую



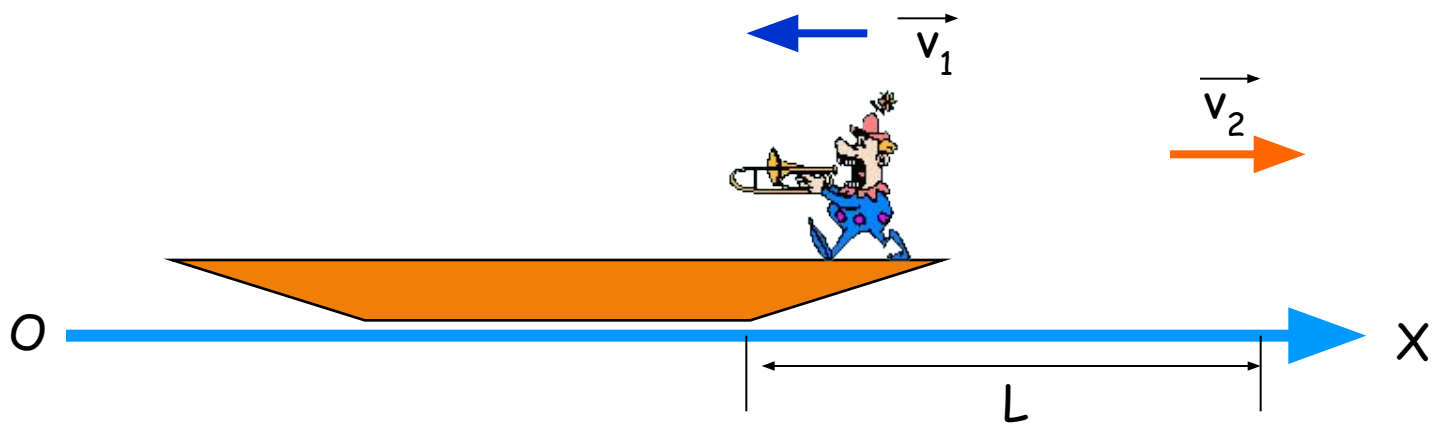
Потенциальная энергия деформированного тела переходит в кинетическую

Шарик скатывали с горки по трем разным желобам. В каком случае скорость шарика в конце пути наибольшая? Трением пренебречь.

1. в первом
2. во втором
3. в третьем
4. во всех случаях скорость одинакова



Человек, массой 80 кг переходит с носа на корму в покоящейся лодке длиной $s = 5$ м. Какова масса лодки, если она за время этого перехода переместилась в стоячей воде на $L = 2$ м? Сопротивление воды не учитывать.



2.

$$0 = m_1 \vec{v}_1 + (m_1 + m_2) \vec{v}_2$$

3.

$$0 = -m_1 v_1 + (m_1 + m_2) v_2$$
$$0 = -m_1 s/t + (m_1 + m_2) L/t$$

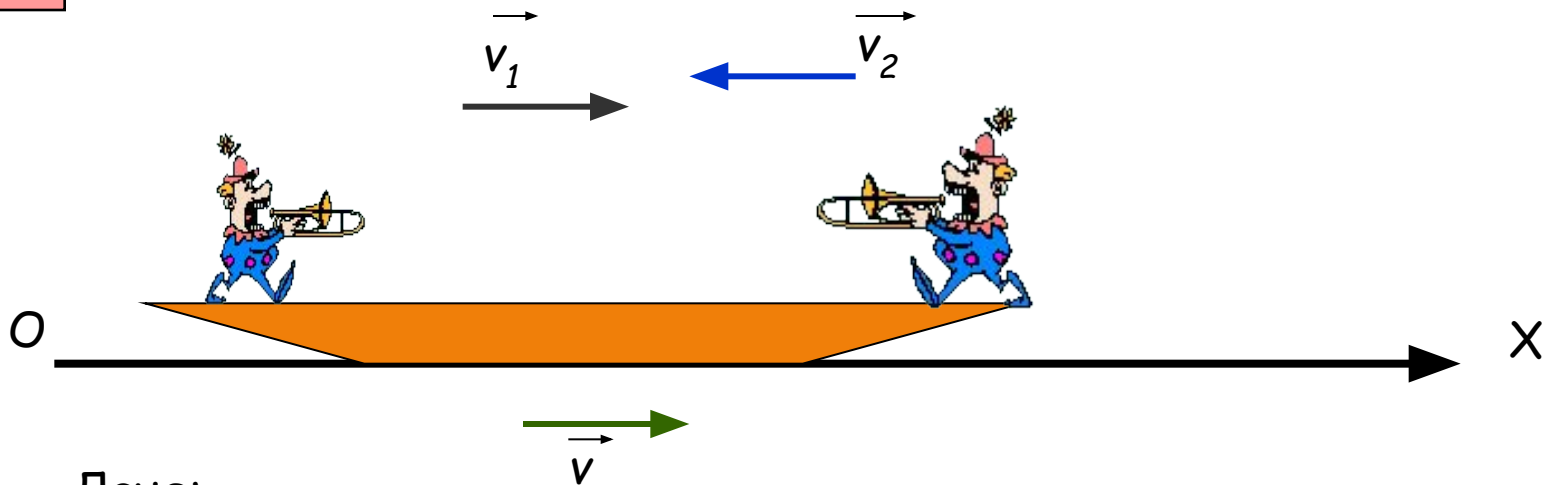
$$V = s/t$$

4.

$$m_2 = m_1 s/L - m_1 = 80 \text{ кг} \cdot 5 \text{ м} / 2 \text{ м} - 80 \text{ кг} = 120 \text{ кг}$$

Два человека массами 60 кг и 90 кг стоят на носу и на корме в лодке, покоящейся на поверхности озера. Они решают поменяться местами. На какое расстояние сместится при этом лодка, если ее длина 5 м, а масса 150 кг?

1.

Дано:

$$m = 150 \text{ кг}$$

$$m_1 = 60 \text{ кг}$$

$$m_2 = 90 \text{ кг}$$

$$L = 5 \text{ м}$$

$$S = ?$$

2.

$$0 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + (m_1 + m_2 + m) \vec{v}$$

3.

$$0 = m_1 v_1 - m_2 v_2 + (m_1 + m_2 + m) v$$

$$V = s/t$$

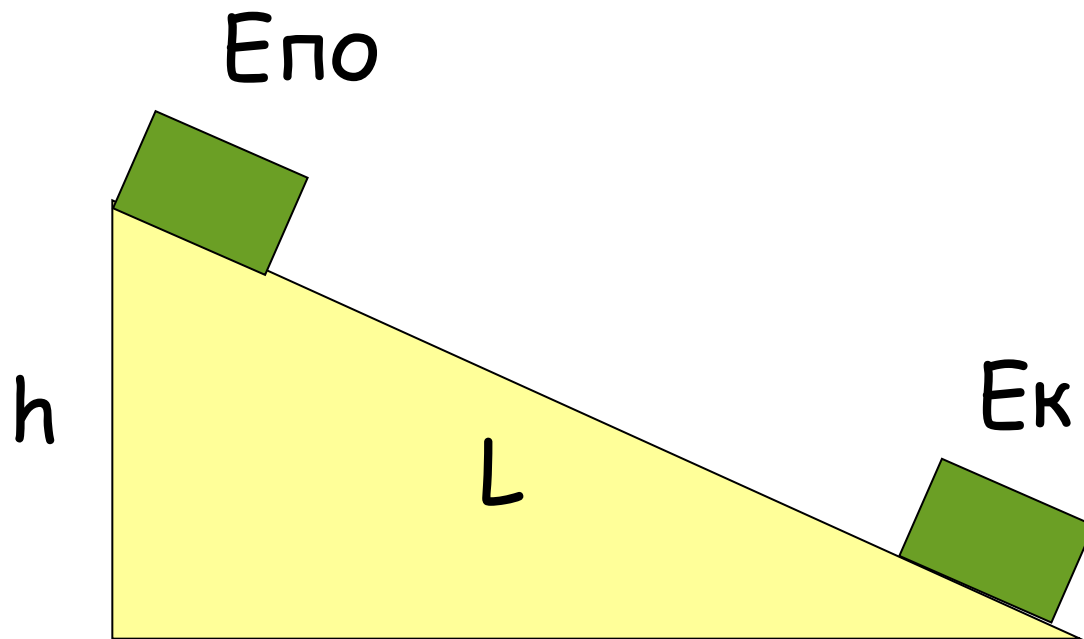
Пути, пройденные людьми, одинаковы и равны L , путь лодки s , поэтому:

$$0 = m_1 L/t - m_2 L/t + (m_1 + m_2 + m) s/t$$

4.

$$s = \frac{(m_2 - m_1) L}{m_1 + m_2 + m} = 0,5 \text{ м}$$

Санки с седоком общей массой 100 кг съезжают с горы высотой 8 м и длиной 100 м. Какова средняя сила сопротивления движению, если в конце горы сани достигли скорости 10 м/с, начальная скорость равна 0.



Дано:

$$m=100 \text{ кг}$$

$$h=8 \text{ м}$$

$$L=100 \text{ м}$$

$$v = 10 \text{ м/с}$$

$$v_0 = 0$$

Найти:

F_c -?

Решение:

$$E_{\text{по}} \rightarrow E_{\text{к}} + A_{\text{с}}$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + F_c l \Rightarrow F_c l = \frac{2mgh - mv^2}{2}$$

$$F_c = \frac{m(2gh - v^2)}{2l}$$

$$F_c = \frac{100(2 \cdot 10 \cdot 8 - 100)}{2 \cdot 100} = \frac{6000}{200} = \underline{\underline{30 \text{ Н}}}$$



Транспортер равномерно поднимает груз массой 190 кг на высоту 9 м за 50 с. Определите силу тока в электродвигателе, если напряжение в электрической сети 380 В. КПД двигателя транспортера составляет 60%.

Дано:

$$m = 190 \text{ кг}$$

$$h = 9 \text{ м}$$

$$t = 50 \text{ с}$$

$$U = 380 \text{ В}$$

$$\eta = 60\%$$

$$\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затраченная}}} \cdot 100\%$$

$$A_{\text{полезная}} = m \cdot g \cdot h$$

$$A_{\text{затраченная}} = U \cdot I \cdot t$$

$$I = \frac{m \cdot g \cdot h}{\eta \cdot U \cdot t} \cdot 100\%$$

$$I = ?$$

Ответ: $I = 1,5 \text{ А.}$

Гиря падает на землю и ударяется о препятствие. Скорость гири перед ударом равна 140 м/с. Какова была температура гири перед ударом, если после удара температура повысилась до 1000С? Считать, что все количество теплоты, выделяемое при ударе, поглощается гирей. Удельная теплоемкость гири равна 140 Дж/(кг·°С).

Дано:

$$v_1 = 140 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 0$$

$$t_2 = 1000 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 140 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$$

$$Q = \Delta E_{\text{кин}}$$

$$c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = \frac{m \cdot v_1^2}{2}$$

$$t_1 = t_2 - \frac{v_1^2}{2 \cdot c}$$

$$t_1 = ?$$

$$\text{Ответ: } t_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

Пуля массой 50 г вылетает из ствола ружья вертикально вверх со скоростью 40 м/с. Чему равна потенциальная энергия пули через 4 с после начала движения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

$$E = E_k + E_p$$

$$E_{k0} = E_{p0} \quad m \cdot v^2 / 2 = mgh$$

$$v^2 / 2g = h = v_0 t - gt^2 / 2$$

$$gt^2 / 2 - v_0 t + v^2 / 2g = 0$$

$$t^2 - 8t + 16 = 0$$

$$t = 4 \text{ с}$$

$$E_{p0} = m \cdot v^2 / 2, \quad E_{p0} = 0,05 \cdot 40^2 / 2 = 40$$

Дж

Повторить §20-23

ГОТОВИТЬСЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ