

Импульс, энергия, законы сохранения

Кинетическая энергия, потенциальная энергия

Закон сохранения импульса, второй закон Ньютона в импульсной форме

Механическая энергия, закон сохранения энергии

Механическая работа, мощность

Импульс

3.3.1 Ящик тянут по земле за веревку по горизонтальной окружности длиной с постоянной по модулю скоростью. Модуль силы трения, действующей на ящик со стороны земли равен 80 Н. Чему равна работа силы тяги за один оборот? (Ответ дайте в кДж.)

Поскольку ящик тянут с постоянной по модулю скоростью, его кинетическая энергия не меняется. Вся энергия, которая расходуется на работу силы трения, должна поступать в систему за счет работы силы тяги. Отсюда находим работу силы тяги за один оборот:

$$A_{\text{тяги}} = |A_{\text{тр}}| = F_{\text{тр}}L = 80 \text{ Н} \cdot 40 \text{ м} = 3200 \text{ Дж} = 3,2 \text{ кДж.}$$

3.3.2 Лебедка равномерно поднимает груз массой 200 кг на высоту 3 м за 5 с. Какова мощность двигателя лебедки? (Ответ дайте в ваттах.)

Поскольку лебедка поднимает груз равномерно, по второму закону Ньютона, сила, с которой тянет лебедка, в точности равна по модулю силе тяжести, действующей на груз

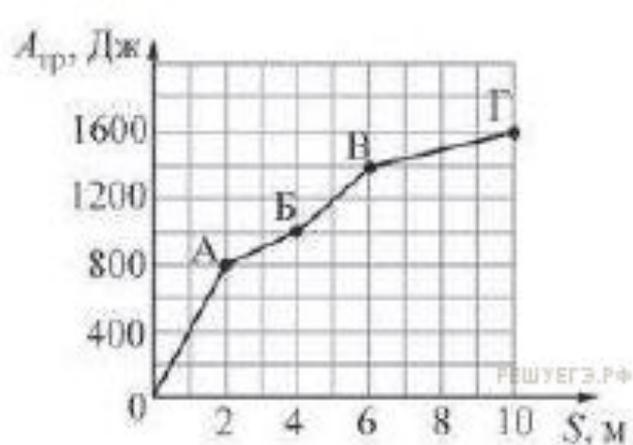
$$A = Fh = mgh = 200 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 3 = 6\,000 \text{ Дж.}$$


$$N = \frac{A}{t} = \frac{6\,000 \text{ Дж}}{5 \text{ с}} = 1\,200 \text{ Вт.}$$

3.3.3 Механическая энергия системы изменилась от величины 5 Дж до величины -3 (минус 3) Дж. Это означает, что на данную механическую систему действовали внешние силы. Какова работа этих сил? (Ответ дайте в джоулях.)

Изменение механической энергии системы равно работе внешних сил над системой
Энергия системы изменилась на :

$$\Delta E = -3 \text{ Дж} - 5 \text{ Дж} = -8 \text{ Дж}.$$



3.3.4. Сани равномерно перемещают по горизонтальной плоскости с переменным коэффициентом трения. На рисунке изображён график зависимости модуля работы силы от пройденного пути

Каково отношение максимального

коэффициента трения к минимальному на пройденном пути?

$$F_{\text{тр}} = \mu N.$$

на всех горизонтальных участках со стороны горизонтальной поверхности на сани действует одинаковая сила опоры

$$|\Delta A| = \mu N \Delta S. \quad \rightarrow \quad \mu_i = \frac{1}{N} \cdot \frac{|\Delta A_i|}{\Delta S_i}.$$

Тем самым, максимальному коэффициенту трения соответствует участок с максимальным наклоном графика

$$\mu_{\text{max}} = \frac{|\Delta A_1| \cdot \Delta S_4}{\Delta S_1 \cdot |\Delta A_4|} = \frac{800 \text{ Дж} \cdot 4 \text{ м}}{2 \text{ м} \cdot 200 \text{ Дж}} = 8.$$

3.3.5 Небольшое тело массой 500 г свободно соскальзывает вниз по гладкой наклонной плоскости вдоль оси Ox . В таблице приведена зависимость проекции v_x скорости этого тела от времени t . Какую работу совершит сила тяжести к моменту, к которому тело пройдёт путь 0,4 м? (Ответ дайте в джоулях.)

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4
$v_x, \text{ м/с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \rightarrow a = \frac{0,6 \text{ м/с} - 0,2 \text{ м/с}}{3 \text{ с} - 1 \text{ с}} = 0,2 \text{ м/с}^2.$$

Найдём, через какое время тело пройдёт путь 0,4 м: $S = \frac{at^2}{2} \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{a_x}} = 2 \text{ с}$

$$A = -(E_{\text{п}2} - E_{\text{п}1}) = E_{\text{к}2} - E_{\text{к}1} = \frac{mv_{x_2}^2}{2} - \frac{mv_{x_1}^2}{2} = \frac{0,5 \text{ кг} \cdot (0,4 \text{ м/с})^2}{2} = 0,04 \text{ Дж}$$

3.3.6 Кусок льда массой 2 кг упал без начальной скорости на землю с крыши высотой 5 м.

Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите среднюю мощность силы тяжести, действовавшей на тело во время падения. (Ответ дайте в ваттах.)

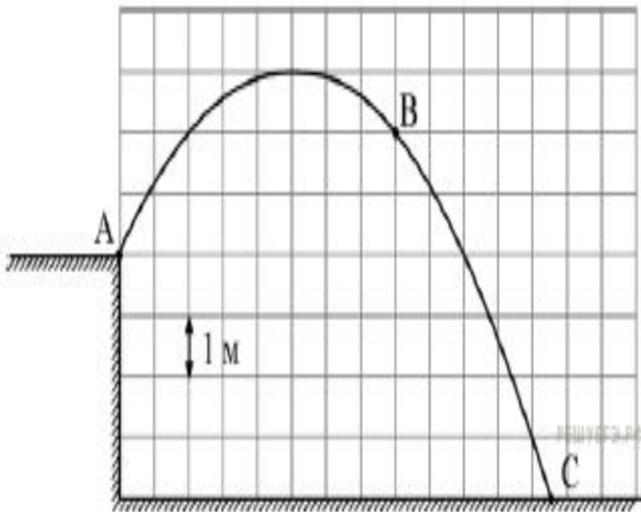
$$A = mgh = 100 \text{ Дж}$$

Время падения тела:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1 \text{ с}$$



$$N = \frac{A}{t} = 100 \text{ Вт.}$$



3.3.7. Мальчик бросил камень массой 100 г под углом к горизонту из точки A . На рисунке в некотором масштабе изображена траектория ABC полета камня.

Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. В точке B траектории модуль скорости камня был равен 8 м/с. Какую кинетическую энергию имел камень в точке A ? (Ответ дайте в джоулях.)

Потенциальную энергию будем отсчитывать от уровня точки A .

в точке A камень обладает только кинетической энергией; в точке B камень - и кинетической и потенциальной энергией.

$$E_{\text{кина}} = mgh_B + \frac{mV^2}{2} = 0,1 \cdot \left(10 \cdot 2 + \frac{8^2}{2} \right) = 5,2 \text{ Дж.}$$

3.3.8 Тело массой 0,5 кг свободно падает на землю с высоты 80 м. Какую среднюю мощность развивает сила тяжести за время падения тела? Ответ дайте в ваттах.

Время падения тела: $h = \frac{gt^2}{2} \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 4 \text{ с.}$

Мощность равна $P = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{t} = 100 \text{ Вт.}$