

10 класс

10.1 Ведро с водой массой $M = 10 \text{ кг}$ поднимают на высоту $h = 10 \text{ м}$, прикладывая постоянную силу $F = 200 \text{ Н}$. Какую работу A при этом совершают? Чему равно изменение потенциальной энергии ΔW_p ? Как согласуются эти результаты с законом сохранения энергии?



Решение

Совершаемая работа

$$A = Fh = 200 \cdot 10 = 2 \text{ кДж.}$$

Приобретаемая ведром потенциальная энергия

$$\Delta W_p = Mgh = 10 \cdot 10 \cdot 10 = 1 \text{ кДж.}$$

Таким образом, $A > \Delta W_p$, т.е. на подъем груза израсходовано больше энергии, чем груз приобрел.

Обратим внимание, что $F > Mg$. Поэтому груз будет подниматься с ускорением

$$a = \frac{F - Mg}{M}.$$

К концу подъема он приобретет скорость

$$V = \sqrt{2ah} = \sqrt{\frac{2h(F - Mg)}{M}}.$$

А, значит, и кинетическую энергию

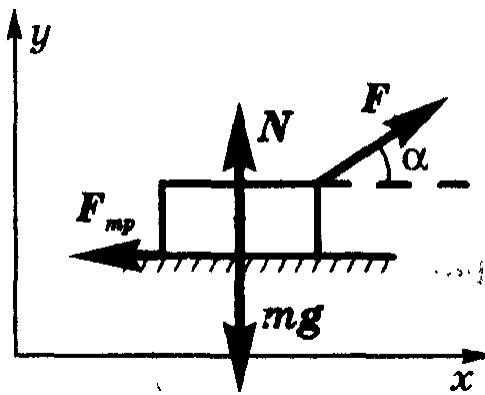
$$W_k = \frac{MV^2}{2} = h(F - Mg).$$

Изменение механической энергии ведра $\Delta W = \Delta W_p + W_k = Fh$ равняется совершенной работе.

Ответ: $A = 2 \text{ кДж.}$ $\Delta W_p = 1 \text{ кДж.}$ Изменение механической энергии ведра $\Delta W = \Delta W_p + W_k = Fh$ равняется совершенной работе.

10.2 С какой силой надо тянуть за веревку, привязанную к ящику массой $m = 40 \text{ кг}$ и образующей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, чтобы ящик двигался по горизонтальной поверхности равномерно. Коэффициент трения между ящиком и поверхностью равен $\mu = 0,27$.

Решение



Согласно второму закону Ньютона при движении без ускорения

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F} + \vec{F}_{mp} = 0.$$

В проекциях на оси координат получаем:

$$OX : F \cos \alpha - F_{mp} = 0,$$

$$OY : N + F \sin \alpha - mg = 0.$$

Отсюда

$$N = mg - F \sin \alpha.$$

Тогда

$$F_{mp} = \mu N = \mu(mg - F \sin \alpha).$$

Подставляя, получим

$$F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = 0.$$

Отсюда

$$F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} = 110H.$$

Ответ: 110H.

10.3 Пуля массой $m = 10 \text{ г}$, летевшая со скоростью $V = 600 \text{ м/с}$, попала в стальной шар массой $M = 5 \text{ кг}$, подвешенный на нити, и застряла в нем. На какую высоту h , откачнувшись после удара, поднимется шар с пулей?

Решение

По закону сохранения импульса

$$mV = (m+M)U.$$

Отсюда

$$U = \frac{mV}{m+M}.$$

По закону сохранения энергии

$$\frac{m+M}{2}U^2 = (m+M)gh.$$

Отсюда

$$h = \frac{U^2}{2g} = \frac{m^2V^2}{(m+M)^2 2g}.$$

Т.к. $M \gg m$, то $m+M \approx M$. Тогда

$$h = \frac{m^2V^2}{2gM^2}.$$

$$h \approx 7,34\text{ см.}$$

Ответ: $h \approx 7,34\text{ см.}$

10.4 Из открытого стакана за время $t = 20$ суток испарилась вода массой $m = 200\text{ г}$. Сколько молекул испарялось за одну секунду?

Решение

Прежде всего, определим общее количество молекул воды в стакане. Масса одной молекулы

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A},$$

где μ – молярная масса воды,

N_A – постоянная Авогадро.

Общее число молекул равно

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{m}{\mu} N_A.$$

Тогда из пропорции

$$\frac{N_\tau}{N} = \frac{\tau}{t}$$

следует, что за время τ испарялось количество молекул

$$N_\tau = \frac{N \cdot \tau}{t} = \frac{m N_A \tau}{\mu t} = 3,9 \cdot 10^{18}.$$

Ответ: $3,9 \cdot 10^{18}$.

10.5 В сосуде вместимостью $V = 0,01 \text{ м}^3$ содержится смесь газов – азота массой $m_1 = 7 \text{ г}$ и водорода массой $m_2 = 1 \text{ г}$ – при температуре $T = 280 \text{ К}$. Определите давление P смеси газов. Молярная масса азота $\mu_1 = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, водорода $\mu_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Решение

По закону Менделеева-Клапейрона

$$p_1V = \frac{m_1}{\mu_1} RT, \quad p_2V = \frac{m_2}{\mu_2} RT,$$

Отсюда

$$p_1 = \frac{RTm_1}{V\mu_1}, \quad p_2 = \frac{RTm_2}{V\mu_2}.$$

По закону Дальтона

$$p = p_1 + p_2 = \frac{RT}{V} \left(\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} \right) = 175 \cdot 10^3 \text{ Па.}$$

Ответ: $175 \cdot 10^3 \text{ Па.}$