

## 10 класс

**10.1** Ведро с водой массой  $M = 10$  кг поднимают на высоту  $h = 10$  м, прикладывая постоянную силу  $F = 200$  Н. Какую работу  $A$  при этом совершают? Чему равно изменение потенциальной энергии  $\Delta W_p$ ? 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

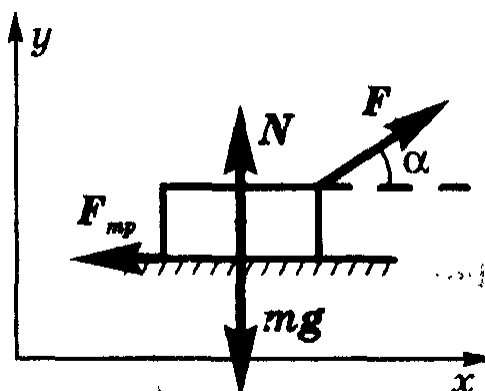
$$W_k = \frac{MV^2}{2} = h(F - Mg).$$

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  $m = 40$  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

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

В проекциях на оси координат получаем:

$$OX : F \cos \alpha - F_{тр} = 0,$$

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

Отсюда

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

Тогда

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

Подставляя, получим

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

Отсюда

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

**Ответ:** 110 Н.

**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  $h$ , откатнувшись 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  $m = 200$  г. Сколько молекул испарилось за одну секунду?

**Решение**

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

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

где  $\mu$  – 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  $\tau$  испарилось 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

$$p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT, \quad p_2 V = \frac{m_2}{\mu_2} RT,$$

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:**  $175 \cdot 10^3 \text{ Па}$ .