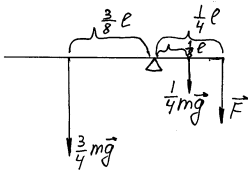


344.



$$m = 10 \text{ кг}; \quad F = ?$$

$$\frac{3}{4} mg \cdot \frac{3}{8} l = \frac{1}{4} mg \cdot \frac{1}{8} l + F \cdot \frac{1}{4} l$$

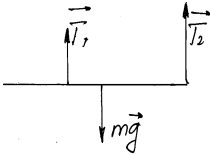
$$3mg \cdot \frac{3}{8} - mg \cdot \frac{1}{8} = F$$

$$F = mg = 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ кг} = 98 \text{ Н}$$

346. $l = 10 \text{ м};$

$m = 900 \text{ кг};$

$\Delta l = 1 \text{ м}; \quad T_1 = ? \quad T_2 = ?$

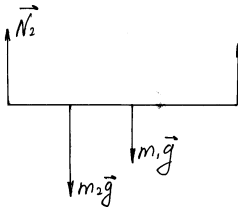


$$\begin{cases} T_1 + T_2 = mg \\ T_1 \left(\frac{l}{2} - \Delta l \right) = T_2 \frac{l}{2} \end{cases}$$

$$T_1 = \frac{mg \ell}{2(\ell - \Delta \ell)} = \frac{900 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ м}}{2(10 \text{ м} - 1 \text{ м})} = 4,9 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

$$T_2 = mg - T_1 = 900 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 - 4900 = 3,92 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

347. $m_1 = 200 \text{ кг}; \quad \ell_1 = 5 \text{ м}; \quad m_2 = 350 \text{ кг}; \quad \ell_2 = 3 \text{ м}; \quad N_1 = ? \quad N_2 = ?$



$$\begin{cases} N_1 + N_2 = m_1 g + m_2 g \\ m_1 g \frac{\ell_1}{2} + m_2 g \ell_2 = N_2 \ell_1 \end{cases}$$

$$N_2 = \frac{m_1 g}{2} + \frac{m_2 g \ell_2}{\ell_1} = \frac{200 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{2} + \frac{350 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 3 \text{ м}}{5 \text{ м}} \approx 3 \text{ кН}$$

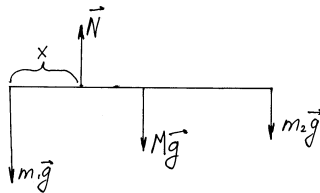
$$N_1 = (m_1 + m_2)g - N_2 = (200 \text{ кг} + 350 \text{ кг}) \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 - 3000 \text{ Н} \approx 2,4 \text{ кН}$$

348. $M = 10 \text{ кг}; \quad \ell = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м};$

$m_1 = 40 \text{ кг}; \quad m_2 = 10 \text{ кг}; \quad x = ?$

$$m_1 g x = Mg \left(\frac{\ell}{2} - x \right) + m_2 g (\ell - x)$$

$$x = \ell \frac{M + 2m_2}{2(m_1 + m_2 + M)} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}$$



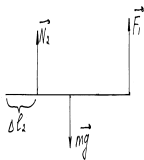
349. $m = 2,1 \text{ т} = 2,1 \cdot 10^3 \text{ кг}; \quad \ell = 16 \text{ м};$

$\Delta \ell_1 = 4 \text{ м}; \quad \Delta \ell_2 = 2 \text{ м}; \quad F_1 = ? \quad F_2 = ?$

В момент отрыва действует только та сила реакции, которая не приложена к точке приложения силы F_1 или F_2 .

$$mg \left(\frac{\ell}{2} - \Delta \ell_2 \right) = F_1 (\ell - \Delta \ell_2)$$

$$F_1 = \frac{\ell - 2\Delta \ell_2}{2(\ell - \Delta \ell_2)} mg = \frac{16 \text{ м} - 2 \cdot 2 \text{ м}}{2(16 \text{ м} - 2 \text{ м})} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 2100 \text{ кг} \approx 9 \text{ кН}$$



Аналогично:

$$F_2 = \frac{\ell - 2\Delta\ell_1}{2(\ell - \Delta\ell_1)} mg = \frac{16M - 2 \cdot 4M}{2(16M - 4M)} \cdot 9,8M/c^2 \cdot 2100\text{кг} \approx 7\text{кН}.$$

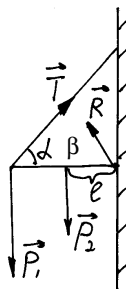
350. $P_1 = 2000\text{H}$; $P_2 = 1000\text{H}$; $\alpha = 30^\circ$; R -? T -?

$$\begin{cases} P_1 + P_2 = R\sin\beta + T\sin\alpha \\ T\cos\alpha = R\cos\beta \\ 2P_1\ell + P_2\ell = T \cdot 2\ell\sin\alpha \end{cases}$$

$$T = \frac{2P_1 + P_2}{2\sin\alpha} = \frac{2 \cdot 2000\text{H} + 1000\text{H}}{2 \cdot \frac{1}{2}} = 5000\text{H}$$

$$P_1 + P_2 - T\sin\alpha = R\sin\beta \quad T\cos\alpha = R\cos\beta$$

$$R = \sqrt{(P_1 + P_2 - T\sin\alpha)^2 + T^2\cos^2\alpha} \approx$$



$$\approx \sqrt{\left(2000\text{H} + 1000\text{H} - 5000\text{H} \cdot \frac{1}{2}\right)^2 + 5000^2\text{H}^2 \cdot \frac{3}{4}} \approx 4,35\text{кН}$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{P_1 + P_2 - T\sin\alpha}{T\cos\alpha} = \frac{1000\text{H} + 2000\text{H} - 5000\text{H} \cdot \frac{1}{2}}{5000\text{H} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \approx 0,12; \quad \beta \approx 6,8^\circ$$

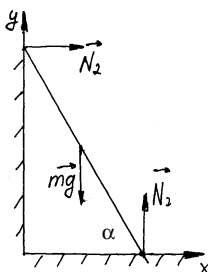
351. $\ell = 2,3\text{м}$; $P_1 = 9\text{кН}$; $P_2 = 6,5\text{кН}$; x -?

$$P_2(\ell - x) = P_2x \quad x = \ell \frac{P_2}{P_1 + P_2} \approx 0,96$$

352. $P = 100\text{H}$; F -?

$$P \frac{a}{2} = Fa \quad F = \frac{P}{2} = \frac{100\text{H}}{2} = 50\text{H}.$$

353. $\alpha = 70^\circ$; $m = 70\text{кг}$; N_1 -? N_2 -? $F_{\text{тр}}$ -?



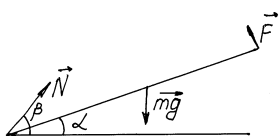
$$\begin{cases} mg = N_2 \\ N_1 = F_{\text{мп}} \\ mg \frac{2}{3} \ell \cos\alpha = N_1 \ell \sin\alpha \end{cases}$$

$$N_1 = \frac{2}{3} mg \operatorname{ctg}\alpha = \frac{2}{3} \cdot 70\text{кг} \cdot 9,8\text{м/с}^2 \cdot 0,36 \approx 165\text{H}$$

$$F_{\text{тр}} = N_1 = 165\text{H}$$

$$N_2 = mg = 70\text{кг} \cdot 9,8\text{м/с}^2 = 686\text{H}.$$

354. $m = 40 \text{ кг}$; $\alpha = 30^\circ$; $F = ?$ $N = ?$



$$\begin{cases} N \sin \beta + F \cos \alpha = mg \\ N \cos \beta = F \sin \alpha \\ mg \frac{\ell}{2} \cos \alpha = F \ell \end{cases}$$

$$F = \frac{mg \cos \alpha}{2} \approx \frac{40 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,86}{2} \approx 169 \text{ Н}$$

$$N = \sqrt{(mg - F \cos \alpha)^2 + F^2 \sin^2 \alpha} \approx$$

$$\approx \sqrt{(40 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 - 169 \text{ Н} \cdot 0,86)^2 + 169^2 \text{ Н}^2 \cdot \frac{1}{4}} \approx 260 \text{ Н}$$

$$\text{tg} \beta = \frac{mg - F \cos \alpha}{F \sin \alpha} = \frac{40 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 - 169 \text{ Н} \cdot 0,86}{169 \text{ Н} \cdot 0,5} \approx 2,9; \quad \beta = 71^\circ.$$

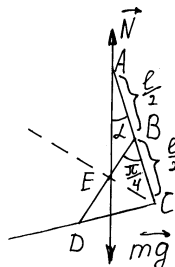
355. Центр масс находится на линии, соединяющей центры масс каждой половины прута, т.е. на BD и из соображений симметрии на биссектрисе угла ACD, т.е. в точке E.

$$EB = \frac{BD}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\ell^2}{4} + \frac{\ell^2}{4}} = \frac{\ell}{\ell\sqrt{2}} \quad AB = \frac{\ell}{2}$$

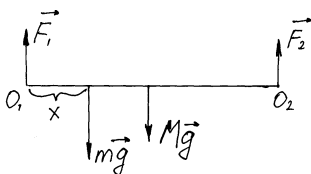
$$\angle ABE = \pi - \frac{3\pi}{4} - \alpha = \frac{\pi}{4} - \alpha. \quad \text{По теореме синусов}$$

$$\frac{AB}{\sin\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right)} = \frac{\ell}{2\sqrt{2} \sin \alpha}; \quad \frac{\sin\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right)}{\sin \alpha} = \sqrt{2}$$

$$\frac{\sin \frac{\pi}{4} \cos \alpha - \cos \frac{\pi}{4} \sin \alpha}{\sin \alpha} = \sqrt{2}; \quad \frac{\text{ctg} \alpha}{2} - \frac{1}{2} = 1 \quad \text{tg} \alpha = 3$$



356. Запишем уравнение моментов относительно O_1 : $mgn + M \frac{1}{2} = F_2 L$;



относительно O_2 : $Mg \frac{1}{2} + mg(1-x) = F_2 L$

$$\begin{cases} F_1 \frac{Mg}{2} + mg - mg \frac{x}{L} \\ F_2 = \frac{Mg}{2} + mg \frac{x}{L} \\ \frac{F_1}{F_2} = n \end{cases} \quad \text{отсюда имеем}$$

$$n = \frac{Mg + 2mg(1 - \frac{x}{L})}{Mg + 2mg\frac{x}{L}} \quad x = \frac{Mg(1-n) + 2mg}{2mg(n+1)}.$$

357. При решении пренебрегаем массой дна стакана. Центр тяжести системы находится на оси стакана из симметрии системы. h_1 – центр тяжести воды, h_2 – центр тяжести стакана.

$$x = h_2 - h_1$$

Центр тяжести системы находится между h_1 и h_2 и разбивает x на x_1 и x_2 , причем $x_1 \rho_2 h S = x_2 M$, $x_1 + x_2 = x$

$$x_1 + 2x_1 \frac{\rho h_1 S}{M} = h_2 - h_1, \quad x_1 = \frac{h_2 - h_1}{1 + 2 \frac{\rho h_1 S}{M}}$$

$$x_{\text{цт}} = h_1 + x_1 = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{1 + 2 \frac{\rho h_1 S}{M}}$$

h – высота воды,

$$h = 2h_1$$

$$x_{\text{цт}} = \frac{h}{2} + \frac{2h_2 - h}{2(1 + \frac{\rho h S}{M})}, \quad \frac{dx_{\text{цт}}}{dh} = \frac{1}{2} + \frac{-(1 + \rho \frac{hS}{M}) - (2h_2 - h)\rho \frac{S}{M}}{2\left(1 + \rho \frac{hS}{M}\right)^2} = 0$$

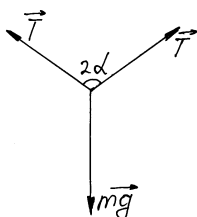
Тогда положение минимума центра масс будет решением уравнения

$$\frac{dx_{\text{цт}}}{dh} = 0, \quad \text{причем } h \in [0; 2h_2].$$

358. Надо, т.к. центр масс человека ниже и он более устойчив.

359. Если мальчик стоит на одной ноге, то его центр масс выше, чем, когда он стоит на двух ногах. Аналогично для случая, когда мальчик сидит на коленях.

360.



$$mg = 2T \cos \alpha$$

$$T = \frac{mg}{2 \cos \alpha},$$

т.е. чем больше α , тем T больше. Значит подтягиваться легче, держа руки параллельно.

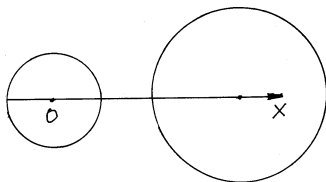
361. На льду сила трения мала, а при больших шагах человек наклоняется сильно. В итоге момент силы тяжести может быть не скомпенсирован моментом силы трения и человек упадет.

362. $\ell = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}$; $\Delta x = ?$

$$x_1 = \frac{L}{2}; \quad x_2 = \frac{L - \ell}{2};$$

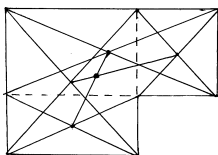
$$\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{L - \ell}{2} - \frac{L}{2} = -\frac{\ell}{2} = -\frac{0,44}{2} = -0,2 \text{ м}.$$

363.



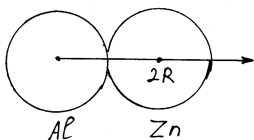
$$m_1 = 10 \text{ кг}; \quad m_2 = 12 \text{ кг}; \quad m_3 = 2 \text{ кг}; r_1 = 4 \text{ см}; \\ r_2 = 6 \text{ см}; \quad r_3 = 10 \text{ см}; \quad x_{\text{цм}} - ?$$

$$x_{\text{цм}} = \frac{0 \cdot m_1 + (r_1 + \frac{r_3}{2})m_3 + (r_1 + r_2 + r_3)m_2}{m_1 + m_2 + m_3} = \\ = \frac{(4 \text{ см} + \frac{10 \text{ см}}{2})2 \text{ кг} + (4 \text{ см} + 6 \text{ см} + 10 \text{ см})12 \text{ кг}}{10 \text{ кг} + 12 \text{ кг} + 2 \text{ кг}} = 10,75 \text{ см}$$

от центра шара массой m_1 .

364. Центр тяжести фигуры лежит на линии соединяющей центр тяжести прямоугольников. Разбивая на 2 прямоугольника 2-мя способами, найдем эту точку.

$$\text{365. } \rho_{\text{Al}} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; \quad \rho_{\text{zn}} = 7,1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; \quad x_{\text{цм}} - ?$$



$$x_{\text{цм}} = \frac{2R \cdot \rho_{\text{zn}} \frac{4}{3} \pi R^3}{\frac{4}{3} \pi R^3 (\rho_{\text{zn}} + \rho_{\text{Al}})} = \frac{\rho_{\text{zn}}}{\rho_{\text{zn}} + \rho_{\text{Al}}} 2R = \\ = \frac{7,1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 2R}{2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 + 7,1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} \approx 1,45R.$$

366. Найдем массу свинца, равную по объему полости.

$$M = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad m = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{R}{2} \right)^3 = \frac{M}{8}$$

Т.к. центр массы шара без полости находится в его центре, то для нахождения центра масс шара без полости воспользуемся формулой для определения центра масс. Центр шара имеет координату ноль.

$$0 = \left(M - \frac{M}{8} \right) x_{\text{цм}} + \frac{M}{8} \cdot \frac{R}{2} = \left(\frac{7}{8} x_{\text{цм}} + \frac{R}{16} \right) M \quad x_{\text{цм}} = \frac{R}{14}.$$

367. Т.к. плотность свинца больше, то масса тела больше, а значит и импульс больше.

368. Пуля создает в двери напряжение, достаточное для того, чтобы кусок материала двери двигался с ней, а палец не создает.

369. Импульс метеорита переходит в импульс движения молекул атмосферы.

370. Сохранение импульса.

371. Белка будет выбрасывать орехи в сторону края стола и, возможно, остановится.

372. Не обладает, т.к. всегда найдутся две точки массой Δm каждая, которые имеют противоположно направленные и равные по модулю скорости.

373. $m = 100\text{г} = 0,1\text{кг}$; $V = 10\text{м/с}$; $t_{ny} = 0,5\text{с}$; $t_y = 0,01\text{с}$;

$F_{ny} - ?$ $F_y - ?$ $\Delta P_y - ?$ $\Delta P_{ny} - ?$

$$\Delta P_y = -mv - mv = -2mv = -2 \cdot 0,1\text{кг} \cdot 10\text{м/с} = -2\text{кг} \cdot \text{м/с}$$

$$\Delta P_{ny} = 0 - mv = -0,1\text{кг} \cdot 10\text{м/с} = -1\text{кг} \cdot \text{м/с}$$

$$F_y = \frac{\Delta P_y}{t_y} = -\frac{2\text{кг} \cdot \text{м/с}}{0,01\text{с}} = -200\text{Н}$$

$$F_{ny} = \frac{\Delta P_{ny}}{t_{ny}} = -\frac{1\text{кг} \cdot \text{м/с}}{0,05\text{с}} = -20\text{Н}.$$

374. $x = 20 + 2t - t^2$; $m = 2\text{кг}$; $t_1 = 2\text{с}$; $t_2 = 5\text{с}$; $P_1 - ?$ $P_2 - ?$ $F - ?$

$$V = \frac{dx}{dt} = 2 - 2t$$

$$P_1 = mV(t_1) = m(2 - 2t_1) = 2\text{кг} (2 - 2 \cdot 2) \text{м/с} = -4 \text{кг} \cdot \text{м/с}$$

$$P_2 = mV(t_2) = m(2 - 2t_2) = 2\text{кг} (2 - 2 \cdot 5) \text{м/с} = -16 \text{кг} \cdot \text{м/с}$$

$$F = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} = \frac{-16\text{кг} \cdot \text{м/с} + 4\text{кг} \cdot \text{м/с}}{5\text{с} - 2\text{с}} = -4\text{Н}.$$

375. $x = 25 - 10t + 2t^2$; $m = 3\text{кг}$; $t = 8\text{с}$; $\Delta P - ?$ $P_c - ?$

$$V = \frac{dx}{dt} = -10 + 4t$$

$$\Delta P = mV(t) - mV(0) = 3\text{кг}[(4 \cdot 8 - 10)\text{м/с} + 10 \text{м/с}] = 96\text{кг} \cdot \text{м/с}$$

$$P_c = \Delta P = 96\text{кг} \cdot \text{м/с}.$$

376. $m = 100 \text{ кг}$; $F = 2,5 \text{ кН} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ Н}$; $\Delta t_1 = 0,1\text{с}$;

$\Delta t_2 = 0,3\text{с}$; $V_1 - ?$ $MV = F\Delta t_1$

$$V_1 = \frac{F\Delta t_1}{m\Delta t_1} = \frac{2,5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 0,1\text{с}}{100\text{кг}} = 2,5 \text{ м/с}^2. \quad \text{Аналогично,}$$

$$V_1 = \frac{2,5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 0,3\text{с}}{100\text{кг}} = 7,5 \text{ м/с}^2.$$

Возможно не следует рекомендовать прыгать время $0,3\text{с}$, т.к. он потратит больше времени на прыжок.

377. $m_1 = 0,5\text{кг}$; $m_2 = 0,1\text{кг}$; $V_1 = 6\text{м/с}$; $V_2 - ?$

По закону сохранения импульса:

$$m_1 \cdot 0 + m_2 V_1 = (m_2 + m_1) V_2$$

$$V_2 = V_1 \frac{m_2}{m_1 + m_2} = 6 \text{ м/с} \cdot \frac{0,1 \text{ кг}}{0,5 \text{ кг} + 0,1 \text{ кг}} = 1 \text{ м/с}$$

378. $m_1 = 0,5 \text{ кг}; m_2 = 0,1 \text{ кг}; V_1 = 6 \text{ м/с}; V_2 = 2 \text{ м/с}; V - ?$

По закону сохранения импульса:

$$m_2 V_1 = m_1 V - m_2 V_2$$

$$V = \frac{m_2(V_1 + V_2)}{m_1} = \frac{0,1 \text{ кг}(6 \text{ м/с} + 2 \text{ м/с})}{0,5 \text{ кг}} = 1,6 \text{ м}$$

Т.к. в данном случае применим закон сохранения импульса, то ответ задачи не меняется.

379. $m_1 = 22 \text{ кг}; m_2 = 12 \text{ кг}; V_1 = 2,5 \text{ м/с}; V_2 - ?$

По закону сохранения импульса: $m_1 V_1 = (m_1 + m_2) V_2$

$$V_2 = V_1 \frac{m_2}{m_1 + m_2} = 2,5 \text{ м/с} \cdot \frac{22 \text{ кг}}{22 \text{ кг} + 12 \text{ кг}} \approx 1,6 \text{ м/с}$$

380. $m = 1,8 \text{ кг}; V_1 = 6,5 \text{ м/с}; V_2 = 4,8 \text{ м/с}; P_c - ?$

$$P_c = -m V_2 - m V_1 = -m(V_2 + V_1) = 1,8 \text{ кг} \cdot (4,8 \text{ м/с} + 6,5 \text{ м/с}) \approx 20,3 \text{ Н.}$$

381. $m = 12 \text{ кг}; t_1 = 1,5 \text{ с}; F_1 = 7,9 \text{ Н}; t_2 = 1,2 \text{ с}; F_2 = 4,5 \text{ Н}$

$$t = 2,0 \text{ с}; F = 10 \text{ Н}; \Delta V - ?$$

$$\begin{cases} m(V_1 - V_0) = F_1 \Delta t_1 \\ m(V_2 - V_1) = F_2 \Delta t_2 \\ m(V_3 - V_2) = F_3 \Delta t_3 \end{cases}$$

$$m(V_3 - V_0) = m \Delta V = F_1 \Delta t_1 + F_2 \Delta t_2 + F_3 \Delta t_3$$

$$\Delta V = \frac{F_1 \Delta t_1 + F_2 \Delta t_2 + F_3 \Delta t_3}{m} = \frac{7,9 \text{ Н} \cdot 1,5 \text{ с} + 4,5 \text{ Н} \cdot 1,2 \text{ с} + 10 \text{ Н} \cdot 2 \text{ с}}{12 \text{ кг}} \approx 3 \text{ м/с}$$

382. $V = 2000 \text{ м/с}; \mu = 100 \text{ кг/с}; F - ?$

$$\begin{cases} \Delta m = \mu \Delta t \\ \Delta m V = F \Delta t \end{cases} \quad \text{Отсюда имеем}$$

$$F = \mu V = 100 \text{ кг/с} \cdot 2000 \text{ м/с} = 2 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

383. $m_1 = 30 \text{ т} = 3 \cdot 10^4 \text{ кг}; V_1 = 1,5 \text{ м/с}; m_2 = 20 \text{ т} = 2 \cdot 10^4 \text{ кг}; V_2 - ?$

$$m_1 V_1 = (m_1 + m_2) V_2$$

$$V_2 = V_1 \frac{m_1}{m_1 + m_2} = 1,5 \text{ м/с} \cdot \frac{30 \text{ м}}{20 \text{ м} + 30 \text{ м}} = 0,9 \text{ м/с}.$$

384. $m_1 = 6 \text{ кг}; m_2 = 4 \text{ кг}; V_1 = 8 \text{ м/с}; V_2 = 3 \text{ м/с}; V - ?$

1) Шары движутся навстречу $m_1 V_1 - m_2 V_2 = (m_1 + m_2) V$

$$V = \frac{m_1 V_1 - m_2 V_2}{m_1 + m_2} = \frac{6 \text{ кг} \cdot 8 \text{ м/с} - 4 \text{ кг} \cdot 3 \text{ м/с}}{6 \text{ кг} + 4 \text{ кг}} = 3,6 \text{ м/с}$$

2) Первый шар догоняет второй $m_1 V_1 + m_2 V_2 = (m_1 + m_2) V$

$$V = \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2}{m_1 + m_2} = \frac{6 \text{ кг} \cdot 8 \text{ м/с} + 4 \text{ кг} \cdot 3 \text{ м/с}}{6 \text{ кг} + 4 \text{ кг}} = 6 \text{ м/с}.$$

385. $V_1 = 1 \text{ м/с}; m_1 = 10 \text{ кг}; V_2 = 7 \text{ м/с}; m_2 = 2 \text{ кг}; V - ?$

$$m_1 V_1 - m_2 V_2 = (m_1 + m_2) V$$

$$V = \frac{m_1 V_1 - m_2 V_2}{m_1 + m_2} = \frac{10 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с} - 2 \text{ кг} \cdot 7 \text{ м/с}}{10 \text{ кг} + 2 \text{ кг}} \approx -0,33 \text{ м/с}.$$

386. $m_1 = 100 \text{ кг}; \quad V_1 = 3 \text{ м/с}; \quad m_2 = 50 \text{ кг}; \quad V_2 = ?$

Т.к. импульс по оси, на которой лежат скорости, сохраняется, то $m_1 V_1 = (m_1 + m_2) V_2$

$$V_2 = V_1 \frac{m_1}{m_1 + m_2} = 3 \text{ м/с} \cdot \frac{100 \text{ кг}}{100 \text{ кг} + 50 \text{ кг}} = 2 \text{ м/с}.$$

387. 1) Люди спрыгивают одновременно

$$MV_1 = 2mV \quad V_1 = \frac{2mV}{M}$$

2) Люди спрыгивают друг за другом

$$(M + m)V'_1 = mV \quad V'_1 = \frac{mV}{m + M}$$

$$MV_2 - \frac{MmV}{m + M} = mV \quad V_2 = \frac{mV}{M} \left(1 + \frac{M}{m + M} \right) = \frac{mV}{M} \cdot \frac{m + 2M}{m + M}$$

3) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{2mV}{M} \cdot \frac{M}{mV} \cdot \frac{m + M}{m + 2M} = \frac{2(m + M)}{m + 2M}$

$$V_1 > V_2.$$

388. $V = 5 \text{ м/с}; \quad M = 70 \text{ кг}; \quad m = 15 \text{ кг}; \quad \Delta t = 0,1 \text{ с}; \quad V' = ? \quad F = ?$

По закону сохранения импульса:

$$MV = (M + m)V' \quad V' = V \frac{M}{m + M} = 5 \text{ м/с} \cdot \frac{70 \text{ кг}}{15 \text{ кг} + 70 \text{ кг}} \approx 3,1 \text{ м/с}$$

$$F \Delta t = mV' \quad F = \frac{mV'}{\Delta t} = \frac{15 \text{ кг} \cdot 4,1 \text{ м/с}}{0,1 \text{ с}} = 615 \text{ Н}.$$

389. $V = 5 \text{ м/с}; \quad M = 85 \text{ кг}; \quad m = 15 \text{ кг}; \quad V' = ?$

Т.к. после отпускания рюкзака его скорость равна V , то импульс не меняется, а значит $V' = V = 5 \text{ м/с}$.

390. Пусть V_A – скорость аэростата относительно земли, V – скорость человека относительно аэростата. Т.к. общий центр масс покоится, то аэростат опускается, а скорость человека относительно земли $V - V_A$.

По закону сохранения импульса:

$$m(V - V_A) = MV_A \quad V_A = \frac{mV}{m + M}.$$

391. $m_2 = 70 \text{ кг}; \quad m_1 = 352 = 3,5 \cdot 10^2 \text{ кг}; \quad V_1 = 320 \text{ м/с};$

$$\alpha = 60^\circ; \quad V_2 = ?$$

$$m_2 V_2 = m_1 V_1 \cos \alpha$$

$$V_2 = \frac{m_1 \cos \alpha}{m_2} V_1 = \frac{3,5 \cdot 10^2 \cdot \frac{1}{2}}{70 \text{ кг}} \cdot 320 \text{ м/с} = 8 \cdot 10^2 \text{ м/с}.$$

392. $m = 0,5 \text{ кг}; \quad M = 60 \text{ кг}; \quad V_0 = 20 \text{ м/с}; \quad \mu = 0,05; \quad S = ?$

По закону сохранения импульса:

$$mV_0 = (m + M)V \quad V = V_0 \frac{m}{m + M}$$

По закону Ньютона: $(M + m)a = -\mu(m + Mg) \quad a = -\mu g$

$$V + at = 0 \quad V_0 \frac{m}{m + M} = \mu g t; \quad t = \frac{V_0}{\mu g} \cdot \frac{m}{m + M}$$

$$\begin{aligned} S &= Vt + \frac{at^2}{2} = V_0 \frac{m}{m + M} \cdot \frac{V_0}{\mu g} \cdot \frac{m}{m + M} - \frac{\mu g}{2} \cdot \frac{V_0^2}{\mu^2 g^2} \cdot \frac{m^2}{(m + M)^2} = \\ &= \frac{V_0^2}{\mu g} \left(\frac{m}{m + M} \right)^2 - \frac{V_0}{2\mu g} \left(\frac{m}{m + M} \right)^2 = \frac{V_0^2}{\mu g} \left(\frac{m}{m + M} \right)^2 = \\ &= \frac{20^2 \cdot m^2}{2 \cdot 0,05 \cdot 9,8 m / c^2} \left(\frac{0,5 \kappa z}{0,5 \kappa z + 60 \kappa z} \right)^2 \approx 2,8 \cdot 10^{-2} m \end{aligned}$$

393. $S = 0,75m; \quad \ell = 2m; \quad M = 140m; \quad m = 60\kappa r$

Пусть $V_{л}$ – скорость лодки относительно воды, V_4 – скорость человека относительно воды $V_4 - V_{л}$.

По закону сохранения импульса

$$m(V_4 - V_{л}) = MV_{л} \quad V_{л} = V_4 \frac{m}{M + m} \quad t = \frac{S}{V_4}$$

$$\ell_1 = V_{л}t = V_4 \frac{m}{M + m} \cdot \frac{S}{V_4} = S \frac{m}{M + m} = 2m \frac{60\kappa z}{140\kappa z + 60\kappa z} = 0,6m < 0,75m = \ell$$

Значит лодка не причалит.

394. По закону сохранения импульса

$$mV_0 = (m + 5m)V \quad V = \frac{V_0}{6} \quad V_0 \sin \alpha - g \frac{t_1}{2} = 0$$

$$t_1 = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} \quad \text{Аналогично}$$

$$t_2 = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{3g}$$

$$S_1 = V_0 \cos \alpha t_1 = \frac{2V_0 \cos \alpha \sin \alpha}{g} \quad S_2 = V_0 \cos \alpha t_2 = \frac{2V_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{18g}$$

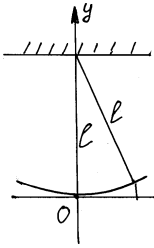
$$\frac{S_1 - S_2}{S_1} = 1 - \frac{S_2}{S_1} = 1 - \frac{1}{36} = \frac{35}{36}.$$

395. По закону сохранения импульса

$$m_2 V = (m_1 + m_2) V_1 \quad V_1 = V \frac{m_2}{m_1 + m_2}$$

$$h = \frac{gt^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \quad \ell = V_1 t = V \frac{m_2}{m_1 + m_2} \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

396. По закону сохранения импульса



$$mV_0 = (m + M)V \quad V = V_0 \frac{m}{m + M}$$

По закону сохранения энергии

$$\frac{(m + M)V^2}{2} = (m + M)g(\ell - \ell \cos \alpha) = (m + M)g\ell(1 - \cos \alpha) =$$

$$= 2(m + M)g\ell \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

$$\frac{(m + M)V^2}{2} = \frac{m + M}{2} \cdot V_0^2 \frac{m^2}{(m + M)^2} = \frac{m^2}{2(m + M)} V_0^2$$

$$V_0^2 = \frac{2(m + M)}{m^2} \cdot 2(m + M)g\ell \sin^2 \frac{2\alpha}{2}; \quad V_0 = 2 \frac{m + M}{m} \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{g\ell}$$

397. $mV = 10\text{кг}V'$; $V' = \frac{V}{10} \quad V_1 = \sqrt{(gt)^2 + (V')^2};$

$$H = \frac{gt^2}{2}; \quad g^2 t^2 = 2gH \quad V_1 = \sqrt{2gH + \frac{V^2}{100}}.$$

398. $M = 200\text{кг}; \quad m = 5\text{кг}; \quad \ell_1 = 300\text{м}; \quad \ell_2 - ?$

По закону сохранения импульса

$$MV_2 = mV_1 \quad t = \frac{\ell_1}{V_1} = \frac{m\ell_1}{MV_2}$$

t – время падения ядра и пушки, $H = \frac{gt^2}{2}.$

$$\ell_2 = V_2 t = \frac{m}{M} \ell_1 = \frac{500\text{кг}}{200\text{кг}} \cdot 300\text{м} = 7,5\text{м}$$

т.к. $H = \frac{gt^2}{2}$, то высота в ответ не входит.

399. $\alpha = 45^\circ; \quad t = 20\text{с}; \quad H = 2\text{км} = 2 \cdot 10^3\text{м}; \quad L - ?$

В верхней точке есть только горизонтальная составляющая скорости, равная вертикальной в момент выстрела V_0 .

$$V_0 - g\Delta t = 0; \quad \Delta t = \frac{V_0}{g}$$

$$H = V_0 \Delta t - \frac{g\Delta t^2}{2} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{V_0^2}{g^2} = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 9,8\text{м/с}^2 \cdot 2 \cdot 10^3\text{м}} = 198\text{м/с}$$

$$H = V_1 t + \frac{1}{2}gt^2 \quad V_1 = \frac{H}{t} - \frac{gt}{2} = \frac{2000\text{м}}{20\text{с}} - \frac{10\text{м/с}^2 \cdot 20\text{с}}{2} = 0$$

По закону сохранения импульса $V_{2y} = -V_1 = 0$ $V_{2x} = 2V_0 = 396 \text{ м/с}$
 Значит время полета второго тела t ; $L = V_{2x} t = 396 \text{ м/с} \cdot 20 \text{ с} \approx 7,9 \text{ км}$.

400. $\alpha = 45^\circ$; $T = 15 \text{ с}$; $L = ?$

В верхней точке есть только горизонтальная составляющая скорости, равная вертикальной составляющей скорости в момент выстрела V_0 .

$$V_0 - gT = 0; \quad V_0 = gT; \quad H = V_0 T - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2}$$

$$H = V_1 T + \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2}. \quad V_1 = 0$$

По закону сохранения импульса $L = 2V_0 T = 2gT^2 = 2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 15^2 \text{ м}^2 \approx 4,4 \text{ км}$.

401. $V_0 = 10 \text{ м/с}$; $m_1 = 1 \text{ кг}$; $m_2 = 1,5 \text{ кг}$; $V_2 = 25 \text{ м/с}$; $V_1 = ?$

По закону сохранения импульса $(m_1 + m_2)V_0 = m_1 V_1 + m_2 V_2$

$$V_1 = \frac{(m_1 + m_2)V_0 - m_2 V_2}{m_1} = \frac{(1 \text{ кг} + 1,5 \text{ кг})10 \text{ м/с} - 1,5 \text{ кг} \cdot 25 \text{ м/с}}{1 \text{ кг}} = -12,5 \text{ м/с}.$$

402. $m_1 = 0,5 \text{ кг}$; $m_2 = 0,5 \text{ кг}$; $m_3 = 1 \text{ кг}$; $V_0 = 100 \text{ м/с}$; $V_1 = ?$

По закону сохранения импульса $(m_1 + m_2 + m_3)V_0 = m_3 V_1$

$$V_1 = V_0 \frac{m_1 + m_2 + m_3}{m_3} = 100 \text{ м/с} \cdot \frac{0,5 \text{ кг} + 0,5 \text{ кг} + 1 \text{ кг}}{1 \text{ кг}} = 200 \text{ м/с}.$$

403. Если человек поднимается по лестнице, то совершает работу. Если поднимается на лифте, то работу совершают над ним, а значит человек не совершает работы.

404. Мальчики совершают одинаковую работу, т.к. $A = F\ell$. Мощность же разную, т.к. $N = \frac{A}{t}$.

405. Первая пара $F\ell$, вторая $F\ell \cos \alpha$, т.к. $\cos \alpha < 1$ при $\alpha > 0$, то $F\ell > F\ell \cos \alpha$.

406. $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; $h = 5 \text{ м}$; $V = 0,6 \text{ м}^3$; $\rho_b = 1000 \text{ кг/м}^3$; $A = ?$

$$F = mg - \rho_b g V = Vg(\rho - \rho_b); \quad A = Fh = Vgh(\rho - \rho_b) = 4,41 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

407. $m = 1,3 \text{ т} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ кг}$; $\ell = 75 \text{ м}$; $t = 10 \text{ с}$; $M = 0,05$; $A = ?$

$$\ell = \frac{at^2}{2}; \quad a = \frac{2\ell}{t^2}; \quad ma = F - \mu mg; \quad F = m \left(\frac{2\ell}{t^2} + \mu g \right)$$

$$A = F\ell = m\ell \left(\frac{2\ell}{t^2} + \mu g \right) = 1300 \text{ кг} \cdot 75 \text{ м} \left(\frac{2 \cdot 75 \text{ м}}{10^2 \text{ с}^2} + 0,05 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \right) \approx \approx 1,94 \cdot 10^5 \text{ Дж}.$$

408. $F = 80 \text{ Н}$; $\alpha = 30^\circ$; $\ell = 100 \text{ м}$; $A = ?$

$$A = F\ell \cos \alpha = 80 \text{ Н} \cdot 100 \text{ м} \cdot \cos 30^\circ \approx 6,88 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

409. Не зависит, т.к. работа не зависит от скорости или ускорения.

410. $m = 100 \text{ кг}$; $a = 2 \text{ м/с}^2$; $h = 25 \text{ м}$; $A = ?$

$$ma = F - Fg; \quad F = m(a + g)$$

$$A = Fh = m(a + g)h = 100 \text{ кг} (2 \text{ м/с}^2 + 9,8 \text{ м/с}^2) \cdot 25 \text{ м} = 2,05 \cdot 10^4 \text{ Дж}.$$

411. $m = 2 \text{ кг}$; $h = 10 \text{ м}$; $A = 240 \text{ Дж}$; $a = ?$

$$ma = F - mg; \quad A = Fh$$

$$a = \frac{A}{hm} - g = \frac{240 \text{ Дж}}{2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м}} - 9,8 \text{ м/с}^2 = 2,2 \text{ м/с}^2.$$

412. $t = 10 \text{ с}; \quad m = 15 \text{ кг}; \quad A = ?$

На участке $0 \text{ с} - 5 \text{ с}.$

$$a = \frac{10 \text{ м/с}}{5 \text{ с}} = 2 \text{ м/с}^2; \quad \text{на участке } 5 \text{ с} - 10 \text{ с} \quad a = 0.$$

$$\text{На } 0 \text{ с} - 5 \text{ с} \quad F = ma = 5 \text{ кг} \cdot 2 \text{ м/с}^2 = 30 \text{ Н};$$

$$\text{На } 5 \text{ с} - 10 \text{ с} \quad F = ma = 15 \text{ кг} \cdot 0 = 0.$$

Перемещение равно площади под графиком функции $V(t).$

$$x = \frac{10 \text{ м/с} \cdot 5 \text{ с}}{2} = 25 \text{ м}. \quad A = Fx = 30 \text{ Н} \cdot 25 \text{ м} = 750 \text{ Дж}.$$

413. $V_x = 10 + 2t; \quad \alpha = 60^\circ; \quad t = 10 \text{ с}; \quad A = ?$

$$a = 2 \text{ м/с}^2 \quad F = ma;$$

$$\ell = V_x(0)t + \frac{at^2}{2} = 10 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с} + \frac{2 \text{ м/с}^2 \cdot 10^2 \text{ с}^2}{2} = 200 \text{ м}$$

$$A = F\ell = m \cdot 2 \text{ м/с}^2 \cdot 200 \text{ м} = 400 \text{ м Дж}.$$

414. $R = 20 \text{ Н}; \quad x = 10 + 2t + t^2; \quad t = 5 \text{ с}; \quad A = ?$

$$A = R(x(t) - x(0)) = 20 \text{ Н} (10 + 2 \cdot 5 + 5^2 - 10) \text{ м} = 700 \text{ Дж}.$$

415. $R = 50 \text{ Н}; \quad x = 24 + 10t - t^2; \quad t_1 = 5 \text{ с}; \quad t_2 = 10 \text{ с};$

$$A_1 = ? \quad A_2 = ?$$

$$A_1 = R(x(t_1) - x(0)) = 50 \text{ Н} (24 + 10 \cdot 5 - 5^2 - 24) \text{ м} = 1250 \text{ Дж}$$

$$A_2 = R(x(t_2) - x(0)) = 50 \text{ Н} (24 + 10 \cdot 10 - 10^2 - 24) \text{ м} = 0.$$

$A_2 = 0$, т.к. тело сперва двигалось против силы и тормозилось ей, потом остановилось и стало разгоняться этой силой.

416. 1) $at_1 = \frac{V}{2}; \quad t_1 = \frac{V}{2a};$

$$\ell_1 = \frac{at_1^2}{2} = \frac{a}{2} \cdot \frac{V^2}{4a^2} = \frac{V^2}{8a}; \quad A_1 = ma \ell_1 = m \frac{V^2}{8}$$

2) $\frac{V}{2} + at_2 = V; \quad t_2 = \frac{V}{2a};$

$$\ell_2 = \frac{V}{2} t_2 + \frac{at_2^2}{2} = \frac{V^2}{4a} + \frac{V^2}{8a} = \frac{3V^2}{8a} \quad A_2 = ma \ell_2 = m \frac{3V^2}{8}$$

$$3) \frac{A_2}{A_3} = \frac{m \frac{3V^2}{8}}{m \frac{V^2}{8}} = 3$$

4) Т.к. $N = FV$, то мощность увеличивается.

417. $h = 6 \text{ м}; \quad H = 8 \text{ м}; \quad m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}; \quad A_{\uparrow} = ? \quad A_{\downarrow} = ? \quad A = ?$

$$A_{\uparrow} = mgH = 0,2 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 8 \approx 15,7 \text{ Дж}$$

$$A_{\downarrow} = mg(h - H) = 0,2 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot (6 \text{ м} - 8 \text{ м}) \approx 3,9 \text{ Дж}$$

$$A = A_{\uparrow} + A_{\downarrow} = 15,7 \text{ Дж} - 3,9 \text{ Дж} = 11,8 \text{ Дж}.$$

418. $M = 50 \text{ кг}; \quad t = 10 \text{ с}; \quad A - ?$

$$A = Mg \left(-\frac{gt^2}{2} \right) = \left(-\frac{Mg^2 t^2}{2} \right) = \left(-\frac{50 \text{ кг} \cdot 9,8^2 \text{ м}^2 / \text{с}^4 \cdot 10^2 \text{ с}^2}{2} \right) \approx 24 \cdot 10^5 \text{ Дж}.$$

419. $m = 10 \text{ кг}; \quad h = 1 \text{ м}; \quad \ell = 10 \text{ м}; \quad A_1 - ? \quad A_2 - ? \quad A_3 - ?$

Человек совершил нулевую работу, т.к. на первом участке он совершил работу A , на втором 0 , на третьем $-A$, а $A + 0 + (-A) = 0$

$$A_1 = mgh = 10 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ кг} = 98 \text{ Дж} \quad A_2 = 0$$

$$A_3 = -A_1 = -98 \text{ Дж}.$$

420. По закону сохранения импульса $MV_{g1} = mV$

$$(M+m)V_{g2} = MV_{g1} + mV = 2mV \quad V_{g2} = \frac{2mV}{M+m}.$$

421. При одном обороте

$$A = a\sqrt{2} mg - amg = amg(\sqrt{2} - 1), \text{ где } 2a - \text{ребро куба.}$$

$$A = \frac{\ell}{2a} A = \frac{1\ell}{2} mg(\sqrt{2} - 1)$$

При движении волоком $A = \mu mg\ell$; $\mu mg\ell = \frac{1}{2} mg\ell(\sqrt{2} - 1)$; $\mu = \frac{\sqrt{2} - 1}{2}.$

422. $x_1 = 4 \text{ мм} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}; \quad A_1 = 0,02 \text{ Дж}; \quad x_2 = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \quad A - ?$

$$A_1 = \frac{kx_1^2}{2}; \quad A_2 = \frac{kx_2^2}{2};$$

$$A_2 = \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^2 A_1 = \left(\frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ м}} \right)^2 \cdot 0,02 \text{ Дж} = 2 \text{ Дж}.$$

423. $F = 40 \text{ Н}; \quad k = 500 \text{ Н/м}; \quad A - ?$

$$x_1 = \frac{F}{k}; \quad x_2 = \frac{x_1}{2} = \frac{F}{2k};$$

$$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} = \frac{k}{2} \left(\frac{F^2}{k^2} - \frac{F^2}{4k^2} \right) = \frac{k}{2} \cdot \frac{3F^2}{4k^2} = \frac{3F^2}{8k} = \frac{3 \cdot 40^2 \text{ Н}^2}{8 \cdot 500 \text{ Н/м}} = 1,2 \text{ Дж}$$

424. $m = 2 \text{ кг}; \quad x = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \quad x_1 = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м};$

$$x_2 = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}; \quad A - ?$$

$$mg = kx; \quad k = \frac{mg}{x};$$

$$A = \frac{k}{2} (x_2^2 - x_1^2) = \frac{mg}{2x} (x_2^2 - x_1^2) = \frac{2 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 0,04 \text{ м}} (0,12^2 \text{ м}^2 - 0,02^2 \text{ м}^2) = 3,43 \text{ Дж}.$$

425. $m = 1 \text{ кг}; \quad k = 10 \text{ Н/м}; \quad h = 1 \text{ м}; \quad A - ?$

$$mg = kx; \quad kx^2 = \frac{m^2 g^2}{k}; \quad \Delta E_k = \frac{kx^2}{2} = \frac{m^2 g^2}{2k}; \quad \Delta E_{\text{г}} = mgh$$

$$A = \Delta E_k + \Delta E_m = mg(h + \frac{mg}{2k}) = 1\kappa\mathcal{Z} \cdot 9,8\mathcal{M} / c^2 \left(1\mathcal{M} + \frac{1\kappa\mathcal{Z} \cdot 9,8\mathcal{M} / c^2}{2 \cdot 10H / \mathcal{M}} \right) \approx 14,6 \text{ Дж}$$

426. $\ell = 1\mathcal{M}$; $m = 20\kappa\mathcal{P}$; $k = 10\mathcal{H}/\mathcal{M}$; $\mu = 0,1$; $A - ?$

$$\mu mg = kx; \quad kx^2 = \frac{\mu^2 m^2 g^2}{k}; \quad A = \frac{kx^2}{2} + A_{mp}$$

$$A_{tp} = F_{tp}\ell = \mu mg\ell; \quad A = \frac{\mu^2 m^2 g^2}{k} + \mu mg\ell = mg \left(\frac{\mu^2 mg}{2k} + \mu\ell \right) =$$

$$= 20\kappa\mathcal{P} \cdot 9,8\mathcal{M} / c^2 \left(\frac{0,1^2 \cdot 20\kappa\mathcal{Z} \cdot 9,8\mathcal{M} / c^2}{2 \cdot 10\mathcal{H} / \mathcal{M}} + 0,1 \cdot 1\mathcal{M} \right) \approx 38,8 \text{ Дж.}$$

427. $m = 5\mathcal{T} = 5 \cdot 10^3 \kappa\mathcal{P}$; $h = 15\mathcal{M}$; $N = 10\kappa\mathcal{B}\mathcal{T} = 10^4 \mathcal{B}\mathcal{T}$;
 $\eta = 80\% = 0,8$; $t - ?$

$$A = mgh = \eta Nt; \quad t = \frac{mgh}{\eta N} = \frac{5 \cdot 10^3 \kappa\mathcal{Z} \cdot 9,8\mathcal{M} / c^2 \cdot 15\mathcal{M}}{0,8 \cdot 10^4 \mathcal{B}m} \approx 92c$$

428. $V = 30\mathcal{M}/c$; $F = 100\mathcal{H}$; $\mu = 0,2$; $N - ?$

$$F_{tp} = \mu F; \quad N = F_{tp} V = \mu VF = 0,2 \cdot 30\mathcal{M}/c \cdot 100\mathcal{H} = 600\mathcal{B}\mathcal{T}.$$

429. $P = 72\kappa\mathcal{B}\mathcal{T} = 7,2 \cdot 10^4 \mathcal{B}\mathcal{T}$; $m = 5\mathcal{T} = 5 \cdot 10^3 \kappa\mathcal{P}$; $\text{tg}\alpha = 0,2$ $\mu = 0,4$; $V - ?$

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

В проекциях на оси координат

$$x: F_T = F_{tp} + mg \sin\alpha$$

$$y: N = mg \cos\alpha$$

$$F_{tp} = \mu N$$

$$F_T = \mu mg \cos\alpha + mg \sin\alpha$$

$$= mg(\mu \cos\alpha + \sin\alpha)$$

$$P = F_T V; \quad V = \frac{P}{F_m} = \frac{P}{mg(\mu \cos\alpha + \sin\alpha)}$$

$$\text{tg}\alpha = 0,2; \quad \alpha \approx 11,3^\circ; \quad \sin\alpha \approx 0,20; \quad \cos\alpha \approx 0,98$$

$$V = \frac{7,2 \cdot 10^4 \mathcal{B}m}{5 \cdot 10^3 \kappa\mathcal{Z} \cdot 9,8\mathcal{M} / c^2 (0,4 \cdot 0,98 + 0,2)} \approx 2,5\mathcal{M} / c.$$

430. $H = 60\text{см} = 0,6\mathcal{M}$; $L = 1\mathcal{M}$; $\mu = 0,1$; $\eta - ?$

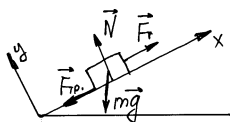
Вспользуемся выражением для силы тяги, полученном в № 429.

$$F_t = mg(\mu \cos\alpha + \sin\alpha), \quad \text{где}$$

$$\sin\alpha = \frac{H}{\sqrt{H^2 + L^2}}; \quad \cos\alpha = \frac{L}{\sqrt{H^2 + L^2}}$$

$$F_t = \frac{mg}{\sqrt{H^2 + L^2}} (\mu L + H) \quad A = F_m \sqrt{H^2 + L^2} = mg(\mu L + H)$$

$$A_0 = mgH; \quad \eta = \frac{A_0}{A} = \frac{H}{\mu L + H} = \frac{0,6\mathcal{M}}{0,1 \cdot 1\mathcal{M} + 0,6\mathcal{M}} = \frac{6}{7} \approx 0,86.$$



431 $\alpha = 10^\circ$; $\mu = 0,1$; η - ?

Воспользуемся выражением для силы тяги, выведенной в № 429.

$$F_T = mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha); \quad A = F_T L = mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)L; \quad A_0 = mgL \sin \alpha$$

$$\eta = \frac{A_0}{A} = \frac{\sin \alpha}{\mu \cos \alpha + \sin \alpha}.$$

$\alpha = 10^\circ \approx 0,17$ рад.; Т.к. α мал, то $\sin \alpha \approx \alpha$, $\cos \alpha \approx 1$.

$$\eta \approx \frac{\alpha}{\mu + \alpha} = \frac{0,17}{0,1 + 0,17} \approx 0,63 = 63\%.$$

Для идеальной наклонной плоскости $\mu = 0$, т.е. $\eta = \frac{\alpha}{\alpha} = 1$.

432 $N = 25$ кВт $= 2,5 \cdot 10^4$ Вт; $V = 100$ м³; $\rho = 900$ кг/м³; $h = 6$ м;
 $t = 8$ мин $= 480$ с; η - ?

$$A = mgh = \rho g v h = \eta N t$$

$$\eta = \frac{\rho g v h}{N t} = \frac{800 \text{ кг} / \text{м}^3 \cdot 9,8 \text{ м} / \text{с}^2 \cdot 100 \text{ м}^3 \cdot 6 \text{ м}}{2,5 \cdot 10^4 \text{ Вт} \cdot 480 \text{ с}} = 0,39 = 39\%.$$

$$\mathbf{433} \quad N_1 = F_1 v_1; \quad N_2 = F_2 v_2; \quad F = F_1 + F_2 = \left(\frac{N_1}{v_1} + \frac{N_2}{v_2} \right) = \frac{N_1 + N_2}{v};$$

$$v = \frac{v_1 v_2 (N_1 + N_2)}{N_1 v_2 + N_2 v_1}.$$

434 Эскалатор опускает человека на $vt \sin \alpha$, за время t . Значит, он должен

$$\text{подняться на } H + vt \sin \alpha. \quad N = \frac{mg(H + vt \sin \alpha)}{t} = \frac{mgH}{t} + vt \sin \alpha.$$

435 Тетива натягивается за счет химической энергии.

- 1) Стрела приобретает кинетическую энергию за счет упругой энергии тетивы.
- 2) При полете часть энергии стрелы переходит в тепловую и звуковую.
- 3) При попадании в мишень оставшаяся энергия стрелы переходит в тепло.

436 За счет потенциальной энергии под действием силы тяжести.

437 За счет потенциальной энергии силы тяжести.

438 При подъеме возрастает потенциальная энергия велосипеда за счет кинетической энергии. Ее вообще может не хватить на подъем. Велосипедист увеличивает скорость, чтобы по возможности более быстро проехать подъем.

439 Накопленная им энергия постепенно переходит в тепло из-за трения.

440 Колесо остановится из-за трения. Для более быстрой остановки колеса нужно увеличить трение. Это можно сделать, прислонив предмет к колесу или сильнее сжав подшипники.

441 Т.к. $F = \frac{N}{v}$, то скорость v различна.

442 $A_{\Gamma} = mgH$; $A_{\Gamma} = \mu mgH$; Работы равны, если $\mu = 1$.

$$443 \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2}; \quad v_2 = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} v_1,$$

По закону сохранения импульса $m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$

$$v = \frac{(m_1 - \sqrt{m_1 m_2}) v_1}{m_1 + m_2} = \frac{(\sqrt{m_1} - \sqrt{m_2}) \sqrt{m_1}}{m_1 + m_2}$$

Направление совпадает со знаком разности $\sqrt{m_1} - \sqrt{m_2}$.

444 Ракета набирает скорости, достаточные для сгорания, при полете вверх в очень разреженной атмосфере. При падении же ракета набирает такие скорости в плотных слоях атмосферы, где и сгорает.

445 Цилиндр соскальзывает с наклонной плоскости

$$mgH = \frac{mv_1^2}{2}; \quad v_1 = \sqrt{2gH}.$$

2) Цилиндр скатывается с наклонной плоскости.

Определим энергию вращения. $dm = \rho h \cdot 2\pi r dr = 2\pi \rho h r dr$;

$$w = v_2 / R = v(r)/r; \quad v(r) = v_2 \frac{r}{R};$$

$$E_{\text{в}} = \int_0^R v^2 dm = \frac{2\pi \rho h r_0^2}{R^2} \int_0^R r^3 dr = \frac{2\pi \rho h r_0^2}{R^2} \frac{r^4}{4} \Big|_0^R = 2\pi^2 \rho h \frac{v_2^2}{4} = \frac{mv_2^2}{4}.$$

$$\text{По закону сохранения энергии} \quad MgH = \frac{m\tilde{\omega}_2^2}{2} + E_{\text{в}} = \frac{3m\tilde{\omega}_2^2}{4} \quad \tilde{\omega}_2 = 2\sqrt{\frac{gH}{3}}.$$

$$3) \frac{\tilde{\omega}_2}{\tilde{\omega}_1} = \frac{2}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2}} = \sqrt{\frac{2}{3}} \approx 0,8.$$

446 $m = 2 \text{ кг}$; $\tilde{\omega}_0 = 20 \text{ м/с}$; $E_{\kappa} - ?$ $E_{\text{п}} - ?$ $H - ?$ $\tilde{\omega} - ?$

$$1) \quad E_{\kappa} = \frac{m\tilde{\omega}_0^2}{2} = \frac{2 \cdot 20^2 \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2}{2} = 400 \text{ Дж}.$$

$$2) \quad E_{\text{п}} = E_{\kappa} = 400 \text{ Дж}.$$

$$3) \quad \frac{m\tilde{\omega}_0^2}{2} = mgH; \quad H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{20^2 \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2}{2 \cdot 9,8 \text{ м} / \text{с}^2} \approx 20 \text{ м}.$$

$$4) \quad \frac{m\tilde{\omega}_0^2}{2} = mg \frac{H}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{4} + \frac{mv^2}{2}$$

$$5) \quad v^2 = \frac{v_0^2}{2}; \quad v = \frac{v_0}{\sqrt{2}} \approx \frac{20 \text{ м} / \text{с}}{1,41} \approx 14 \text{ м} / \text{с}.$$

$$447 \quad v_0 = 10 \text{ м/с}; H - ?$$

$$\frac{m\tilde{c}_0^2}{2} = mgH.$$

$$\frac{m\tilde{c}_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgH = 2mgH;$$

По закону сохранения энергии

$$H = \frac{v_0^2}{4g} = \frac{10^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{4 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2} = 2,6 \text{ м}$$

$$448 \quad H_0 = 20 \text{ м}; H_1 = 2 \text{ м}; H_2 = 15 \text{ м}; \tilde{c}_1 - ? \tilde{c}_2 - ?$$

$$1) \quad \text{По закону сохранения энергии } mgH_0 = \frac{mv_1^2}{2} + mgH_1;$$

$$v_1 = \sqrt{2g(H_0 - H_1)} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 (20 \text{ м} - 2 \text{ м})} \approx 18,8 \text{ м/с}.$$

2) Аналогично находим \tilde{c}_2 .

$$\tilde{c}_2 = \sqrt{2g(H_0 - H_2)} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 (20 \text{ м} - 15 \text{ м})} \approx 9,9 \text{ м/с}.$$

$$449 \quad \tilde{c}_0 = 60 \text{ м/с}; m = 200 \text{ г}; H_1 - ? H_2 - ?$$

$$\text{По закону сохранения энергии} \quad \frac{mv_1^2}{2} + mgH_1 = \text{const};$$

$$H_1 = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{60^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2} \approx 184 \text{ м}. \text{ Т.к. } H_1 \text{ от } m \text{ не зависит, то } H_2 = H_1 = 184 \text{ м}.$$

$$450 \quad h_1 = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}; x_1 = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}; x_2 = 3 \text{ см} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \tilde{c}_1 - ? h_2 - ?$$

$$mgh_1 = \frac{kx_1^2}{2}; \quad k = \frac{2mgh_1}{x_1^2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = mgh_1; \quad v_1 = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,3 \text{ м}} \approx 2,4 \text{ м/с};$$

$$mgh_2 = \frac{kx_2^2}{2}; \quad k = \frac{2mgh_1}{x_1^2} \cdot \frac{x_2^2}{2}; \quad h_2 = h_1 \frac{x_2^2}{x_1^2} = 0,3 \text{ м} \cdot \frac{3^2 \text{ см}^2}{1^2 \text{ см}^2} = 2,7 \text{ м}.$$

$$451 \quad h = 2 \text{ м}; H = 4 \text{ м}; \tilde{c}_0 - ?$$

$$\text{По закону сохранения энергии: } mgh + \frac{mv_0^2}{2} = mgH.$$

$$\tilde{c}_0 = \sqrt{2g(H - h)} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 (4 \text{ м} - 2 \text{ м})} \approx 6,3 \text{ м/с}.$$

$$452 \quad v_0 = 20 \text{ м/с}; \alpha = 30^\circ; h = 1 \text{ м}; \tilde{c} - ?$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh;$$

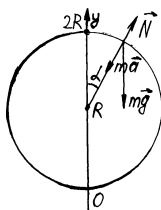
$$v = \sqrt{v_0^2 - gh} = \sqrt{20^2 \text{ м} / \text{с}^2 \cdot 9,8 \text{ м} / \text{с}^2 \cdot 1 \text{ м}} \approx 19,8 \text{ м} / \text{с}.$$

453 $\delta_0 = 600 \text{ м} / \text{с}$; $m = 10 \text{ г} = 10^{-2} \text{ кг}$; $E = 450 \text{ Дж}$; α - ?

$$\frac{mv^2}{2} = E; \quad v = \sqrt{\frac{2E}{m}}; \quad v = v_0 \cos \alpha.$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{v_0} \sqrt{\frac{2E}{m}} = \frac{1}{600 \text{ м} / \text{с}} \sqrt{\frac{2 \cdot 450 \text{ Дж}}{10^{-2} \text{ кг}}} = 0,5. \quad \alpha = \arccos 0,5 = 60^\circ.$$

454 Тело оторвется, когда реакция опоры \vec{N} станет равна нулю.



$$\frac{mv^2}{R} = mg \cos \alpha - N;$$

$$\cos \alpha = \frac{y - R}{R};$$

$$\frac{mv_0^2}{R} = mg \frac{y - R}{R}$$

По закону сохранения энергии:

$$2mgR = \frac{mv_0^2}{2} + mgy = \frac{mg(y - R)}{2} + mgy = \frac{3}{2}mgy - \frac{mgR}{2}$$

$$5mgR = 3mgy \quad y = \frac{5}{3}R.$$

455 $m = 25 \text{ кг}$; $l = 2,5 \text{ м}$; $T = 550 \text{ Н}$; h - ?

$$\frac{mv^2}{l} = T - mg \cos \alpha.$$

$\cos \alpha$ максимален при $\alpha = 0$.

$$\frac{mv^2}{l} = T - mg; \quad \frac{mv^2}{2} = \frac{l}{2}(T - mg);$$

По закону сохранения энергии

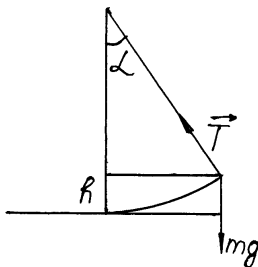
$$mgh = \frac{mv^2}{2} = \frac{l}{2}(T - mg);$$

$$h = \frac{l(T - mg)}{2mg} = \frac{2,5 \text{ м}(550 \text{ Н} - 25 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м} / \text{с}^2)}{2 \cdot 25 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м} / \text{с}^2} \approx 1,56 \text{ м}.$$

456 $k = 800 \text{ Н} / \text{м}$; $x = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$; $m = 20 \text{ г} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$; v - ?

По закону сохранения энергии:

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}; \quad v = 2\sqrt{\frac{k}{m}} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м} \sqrt{\frac{800 \text{ Н} / \text{м}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ кг}}} = 10 \text{ м} / \text{с}.$$



457 $m = 160 \text{ г} = 0,16 \text{ кг}$; $v = 20 \text{ м/с}$; $x = 6,4 \text{ см} = 6,4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$; $F - ?$

По закону сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2}$; $F = kx$;

$$F = \frac{mv^2}{x} = \frac{0,16 \text{ кг} \cdot 20^2 \text{ м}^2 / \text{с}^2}{6,4 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 1000 \text{ Н}.$$

458 а) Тело на нити. В верхней точке окружности.

$$\frac{mv^2}{l} = T + mg. \quad \frac{mv^2}{l} - \text{минимально, когда } T = 0,$$

$$\frac{mv^2}{l} = mg; \quad \frac{mv^2}{2} = \frac{mgl}{2}$$

По закону сохранения энергии: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + 2mgl = \frac{5}{2}mgl$; $v_0 = \sqrt{5gl}$.

б) Тело на стержне. По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = 2mgl; \quad v_0 = 2\sqrt{gl}.$$

459 $R = 10 \text{ м}$; $h - ?$

Как показано в № 458 пункт

а) $v_0 = \sqrt{5gl}$ в доказательстве для нашего случая необходимо заменить l на R и T на N .

По закону сохранения энергии: $\frac{mv_0^2}{2} = mgh$, $\frac{5}{2}R = h$; $h = \frac{5}{2} \cdot 10 \text{ м} = 25 \text{ м}$.

460 $m_1 = 1 \text{ кг}$; $m_2 = 2 \text{ кг}$; $v_1 = 1 \text{ м/с}$; $v_2 = 2 \text{ м/с}$; $\Delta E - ?$

$$E_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{1 \text{ кг} \cdot 1^2 \text{ м}^2 / \text{с}^2}{2} + \frac{2 \text{ кг} \cdot 2^2 \text{ м}^2 / \text{с}^2}{2} = 4,5 \text{ Дж}.$$

По закону сохранения импульса: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$;

$$v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}; \quad E_2 = \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot \frac{(m_1 v_1 + m_2 v_2)^2}{(m_1 + m_2)^2} = \frac{(m_1 v_1 + m_2 v_2)^2}{2(m_1 + m_2)} =$$

$$= \frac{(1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с} + 2 \text{ кг} \cdot 2 \text{ м/с})^2}{(1 \text{ кг} + 2 \text{ кг})} = 1,5 \text{ Дж}.$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 1,5 \text{ Дж} - 4,5 \text{ Дж} = -3 \text{ Дж}.$$

461 $m = 15 \text{ м} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ кг}$; $a = 1,4 \text{ м/с}^2$; $S = 10 \text{ м}$; $\mu = 0,02$;

$A_T - ?$ $A_C - ?$ $E_K - ?$

$$F_C = -\mu mg; \quad A_C = F_C S = -\mu mgS = -0,02 \cdot 1,5 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ м} =$$

$$= -2,94 \cdot 10^4 \text{ Дж}.$$

$$ma = F_T + F_C; \quad F_T = ma - F_C = m(a + \mu g);$$

$$A_T = F_T S = m(a + \mu g)S = 1,5 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot (1,4 \text{ м/с}^2 + 0,02 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2) \cdot 10 \text{ м} \approx$$

$$2,39 \cdot 10^5 \text{ Дж}.$$

$$E_K = A_T + A_C = 2,39 \cdot 10^5 \text{ Дж} - 0,294 \cdot 10^5 \text{ Дж} \approx 2,1 \cdot 10^5 \text{ Дж}.$$

$$462 \quad m = 2 \text{ т} = 2 \cdot 10^3 \text{ кг}; l = 50 \text{ м}; \mu = 0,4; A - ? \Delta E - ?$$

$$F = -\mu mg;$$

$$A = Fl = -\mu mg \cdot l = -0,4 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 50 \text{ м} = -3,92 \cdot 10^5 \text{ Дж}.$$

$$\Delta E = A = -3,92 \cdot 10^5 \text{ Дж}.$$

$$463 \quad v_0 = 20 \text{ м/с}; \mu = 0,005; S - ?$$

$$F = -\mu mg; A = FS = -\mu mgS;$$

$$0 - \frac{mv_0^2}{2} = -\mu mgS; S = \frac{v_0^2}{2\mu} = \frac{20^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 0,005 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2} \approx 4,1 \text{ км}.$$

$$464 \quad \text{По закону изменения механической энергии: } mgh = A_{TP};$$

$$\text{С другой стороны: } mgh + A_{TP} = A; A = 2mgh.$$

$$465 \quad \text{По закону сохранения энергии: } m_1 gH = \frac{m_1 v_1^2}{2}; v_1 = \sqrt{2gH}.$$

$$\text{Аналогично: } \tilde{\sigma}_2 = \sqrt{2gH}.$$

$$\text{По закону сохранения импульса: } m_1 \tilde{\sigma}_1 - m_2 \tilde{\sigma}_2 = (m_1 + m_2) \tilde{\sigma};$$

$$\sqrt{2gH}(m_1 - m_2) = (m_1 + m_2)v;$$

$$v = \sqrt{2gH} \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}; \quad \frac{(m_1 + m_2)\tilde{\sigma}^2}{2} = (m_1 + m_2)gh;$$

$$h = \frac{v^2}{2g} = 2gH \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2g} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right)^2 H.$$

$$466 \quad l_1 = 5 \text{ м}; v_1 = 2 \text{ м/с}; v_2 = 4 \text{ м/с}; l_2 - ?$$

$$\text{По закону изменения механической энергии:}$$

$$\begin{cases} 0 - \frac{mv_1^2}{2} = -\mu mg l_1 \\ 0 - \frac{m\tilde{\sigma}_2^2}{2} = -\mu mg l_2 \end{cases}$$

$$l_2 = l_1 \frac{v_2^2}{v_1^2} = 5 \text{ м} \cdot \frac{4^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2^2 \text{ м}^2/\text{с}^2} = 20 \text{ м}.$$

$$467 \quad v_1 = 1000 \text{ м/с}; v_2 = 500 \text{ м/с}; m = 10 \text{ т} = 10^4 \text{ кг}; A - ?$$

$$\text{По закону изменения механической энергии } \frac{m\tilde{\sigma}_2^2}{2} - \frac{m\tilde{\sigma}_1^2}{2} = A;$$

$$A = \frac{m}{2}(v_2^2 - v_1^2) = \frac{10^{-2} \text{ кг}}{2}(500^2 \text{ м}^2/\text{с}^2 - 1000^2 \text{ м}^2/\text{с}^2) = 3,75 \cdot 10^3 \text{ Дж}.$$

$$468 \quad v_0 = 14 \text{ м/с}; H = 240 \text{ м}; h = 0,2 \text{ м}; m = 1 \text{ кг}; F - ?$$

$$\text{По закону изменения механической энергии: } 0 - (mgh + \frac{mv_0^2}{2}) = Fh$$

$$F = -\frac{1}{h} \left(mgH + \frac{mv_0^2}{2} \right) =$$

$$= -\frac{1}{0,2\text{ м}} \left(1\text{ кг} \cdot 9,8\text{ м/с}^2 \cdot 240\text{ м} + \frac{1\text{ кг} \cdot 14^2\text{ м}^2/\text{с}^2}{2} \right) \approx -1,2 \cdot 10^4\text{ Н}.$$

469 $l = 1\text{ см} = 10^{-2}\text{ м}$; $v_0 = 10\text{ м/с}$; $m = 500\text{ кг}$; $F = ?$

По закону сохранения энергии:

$$0 - \frac{mv_0^2}{2} = Fl; \quad F = -\frac{mv_0^2}{2l} = \frac{500\text{ кг} \cdot 10^2\text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 10^{-2}\text{ м}} = 2,5 \cdot 10^6\text{ Н}.$$

470 $m = 100\text{ кг}$; $M = 400\text{ кг}$; $H = 5\text{ м}$; $h = 5\text{ см} = 5 \cdot 10^{-2}\text{ м}$; $F = ?$

По закону сохранения энергии: $MgH = \frac{Mv_0^2}{2}$; $v_0 = \sqrt{2gH}$.

По закону сохранения импульса: $Mv_0 = (M + m)v$;

$$v = v_0 \frac{M}{M + m} = \sqrt{2gH} \frac{M}{M + m}; \quad 0 - \frac{(M + m)v^2}{2} = Fh.$$

$$F = -\frac{H}{h} g \frac{M^2}{M + m} = -\frac{5\text{ М}}{5 \cdot 10^{-2}\text{ м}} \cdot 9,8\text{ м/с}^2 \frac{400^2\text{ кг}^2}{400\text{ кг} + 100\text{ кг}} \approx -3,1 \cdot 10^5\text{ Н}.$$

471 Из уравнения Бернулли следует, что давление при ветре падает. Если внутри дома давление не меняется, то окна могут быть выдавлены.

472 При урагане давление понижается (как следует из уравнения Бернулли); и, если в доме давление не понизилось, то крышу может унести.

473 Шарик сблизятся, т.к. согласно уравнению Бернулли давление упадет.

474 Пусть скорости реки v_0 , давление p_0 , скорость течения воды между лодками v давление p . По уравнению Бернулли.

$$p_0 + \rho \frac{v_0^2}{2} = p + \rho \frac{v^2}{2}. \quad \text{Т.к. } v > v_0, \text{ то } p > p_0. \text{ Значит, лодки сблизятся.}$$

475 Если перейти в систему отсчета, связанную с кораблями, то решение полностью аналогично № 474.

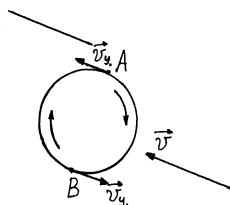
476 Из-за трения о дно на поверхности скорость воды больше, чем у дна, посередине реки больше, чем у берегов.

477 Вблизи цилиндра, с его восточного края скорость потока воздуха - $v_{\text{в}}$ + $v_{\text{ц}}$, с западного края $v_{\text{в}}$ - $v_{\text{ц}}$; значит давление с западного края больше, чем у восточного.

478 Из уравнения Бернулли следует, что при ветре изменяется давление, что приводит к неверным указаниям высоты.

479

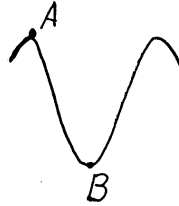
При падении цилиндра вращается и движется поступательно. Значит, в точке А скорость набегающего потока воздуха $v + v_{\text{ц}}$, в точке В



$v - v_{\text{ц}}$. По уравнению Бернулли давление в точке В больше давления в А.

480

На вершине гребня (точка А) по уравнению Бернулли давление меньше, чем в точке В, т.к. около точки В скорость ветра приблизительно равна нулю. Значит гребни и впадины будут расти.



481 Чернила будут подниматься, т.к. согласно уравнению Бернулли давление упадет.

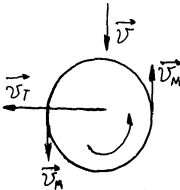
482 $S = 4 \text{ мм}^2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$; $h = 80 \text{ см} = 0,8 \text{ м}$; $T = 24 \text{ ч} = 86400 \text{ с}$; $M - ?$
Рассмотрим малую массу воды $\Delta \text{ см}$.

$$\Delta mgh = \frac{\Delta m v^2}{2}; \quad v = \sqrt{2gh}; \quad V = vtS;$$

$$M = \rho V = \rho vtS = \sqrt{2gh} \rho tS = 10^3 \text{ кг/м} \cdot 86400 \text{ с} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \times \\ \times \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,8 \text{ м}} \approx 136,9 \text{ кг}.$$

483 Скорость над точкой С меньше, значит давление больше, значит уровень воды может упасть. Над точкой В скорость больше, давление меньше, а значит уровень может и вырасти.

484



Т.к. скорость потока в точке В $v - v_m$, в точке А $v + v_m$, то давление в точке В больше, чем в А и мяч может попасть в ворота. Мяч надо закрутить против часовой стрелки.

485 а) Математический маятник. Возвращающей силой будет сила тяготения.

б) Пружинный маятник. Возвращающей силой будет сила упругости.

в) Шарик плавает в жидкости. Возвращающей силой будет сила Архимеда (в данном случае мы пренебрегаем силой вязкого трения).

г) Кубик на двух пружинках. На рисунке видно, что кубик соприкасается с поверхностью, значит имеет место трение. Свободные колебания не возникнут.

д) Струна. Возвращающей силой будет сила упругости.

е) Шарик в сферической ямке. Возвращающей силой будет сила тяготения.

ж) Шарик на сферической горке. Свободные колебания не возникнут, т.к. нет возвращающей силы.

з) Шарик, лежащий на сжатой пружинке. Возвращающей силой будет сила упругости и сила тяготения.

486 Надо привести груз в колебания на пружинке. Измерить период этого маятника. После приводить в колебания груз с набором гирь. Когда период маятника с грузом и маятника с гирями совпадет, масса груза будет равна массе гирь.

487 Если часы спешат, чечевицу надо опустить, если отстают – поднять.

488 Т.к. $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$, то при свободном падении ($g = 0$) $\omega = 0$. Значит маятник остановится.

489 $A = 0,1$ м; $T = 2$ с.

490 Из графика видно, $T = 1$ с; $m = 2$ кг; $k - ?$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 2 \text{ кг}}{1^2 \text{ с}^2} \approx 80 \text{ Н/м}.$$

491 Из графика видно $T = 4$ с; $l - ?$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}; l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{4^2 \text{ с}^2 \cdot 9,8}{4 \cdot 3,14^2} \approx 3,92 \text{ м}.$$

492 $k = 40$ Н/м; $m - ?$ $A - ?$ $T - ?$ $v - ?$

Из графика видно: $T = 1$ с; $A = 0,05$ м.

$$\vartheta = \frac{1}{T} = \frac{1}{1 \text{ с}} = 1 \text{ Гц}; T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}; m = \frac{kT^2}{4\pi^2} = \frac{40 \text{ Н/м} \cdot 1^2 \text{ с}^2}{4 \cdot 3,14^2} \approx 1 \text{ кг}.$$

493 $K = 40$ Н/м; $A - ?$ $T - ?$ $v_0 - ?$

Из графика видно: $T = 1$ с; $A = 0,02$ м.

$$v_0 = \omega A; \omega = \frac{2\pi}{T}; v_0 = \frac{2\pi}{T} A \approx \frac{2 \cdot 3,14}{1 \text{ с}} \cdot 0,02 \approx 0,13 \text{ м/с}.$$

494 Колебания отличаются периодами и амплитудами. Верхний график: $A = 0,04$ м; $T = 1$ с. Средний график: $A = 0,12$ м; $T = 0,40$ с; Нижний график: $A = 0,06$ м; $T = 2$ с.

Вычислим длины маятников l .

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}.$$

$$\text{Верхний график: } l = \frac{1^2 \text{ с}^2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{4 \cdot 3,14^2} \approx 0,25 \text{ м}.$$

$$\text{Средний график: } l = \frac{0,4^2 \text{ с}^2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{4 \cdot 3,14^2} \approx 0,04 \text{ м}.$$

$$\text{Нижний график: } l = \frac{2^2 \text{ с}^2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{4 \cdot 3,14^2} \approx 1 \text{ м}.$$

495 $K_1 = 40$ Н/м; $m - ?$ $K_2 - ?$ $K_3 - ?$

Колебания отличаются амплитудами и периодами. Верхний график: $T_1 = 0,4$ с; $A = 0,1$ м. Средний график: $T_2 = 0,2$ с; $A = 0,2$ м. Нижний график: $T_3 = 0,1$ с; $A = 0,1$ м.

Вычислим массы тел m . $m = \frac{K_1 T_1}{4\pi^2}$.

Верхний график: $m = \frac{40H/M \cdot 0,4^2 c^2}{4 \cdot 3,14^2} \approx 0,16 \text{ кг}$. $K_2 = \frac{4\pi^2 m}{T_2^2} = K_1 \frac{T_1^2}{T_2^2}$.

Средний график: $K_2 = 40H/M \cdot \frac{0,4^2 c^2}{0,2^2 c^2} = 160H$.

Аналогично верхний график: $K_3 = K_1 \frac{T_1^2}{T_{31}^2} = 40H/M \cdot \frac{0,4^2 c^2}{0,1^2 c^2} = 640H/M$.

Колебания во всех трех случаях синусоидальны.

496 $l = 10 \text{ м}$; $A = 20 \text{ см}$; $x(t)$ - ?

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{e}} = \sqrt{\frac{9,8 \text{ м/с}^2}{10 \text{ м}}} \approx 1 \text{ с}^{-1}.$$

497 $A = 1 \text{ см}$; $K = 40 \text{ Н/м}$; $m = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$; $x(t)$ - ?

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{40 \text{ Н/м}}{0,5 \text{ кг}}} \approx 8,9 \text{ с}^{-1}. \text{ Смотри рисунки.}$$

498 $K = 10 \text{ Н/м}$; $T = 5 \text{ с}$; m - ?

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}; \quad m = \frac{KT^2}{4\pi^2} \approx \frac{10 \text{ Н/м} \cdot 5^2 \text{ с}^2}{4 \cdot 3,14^2} = 6,25 \text{ кг}.$$

499 $K = 2 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$; $m = 500 \text{ кг}$; T - ?

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}} \approx 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{500 \text{ кг}}{2 \cdot 10^4}} = 1 \text{ с}.$$

500 $T = 2 \text{ с}$; l - ?; $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; \quad l = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 2^2 \text{ с}^2}{4 \cdot 3,14^2} = 1 \text{ м}.$

501 $g_1 = 1,7 \text{ м/с}^2$; $g_2 = 9,8 \text{ м/с}^2$; $T_2 = 1 \text{ с}$; T_1 - ?

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_1}}; \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_2}}; \quad T_1 \sqrt{g_1} = T_2 \sqrt{g_2};$$

$$T_1 = T_2 \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} = 1 \text{ с} \sqrt{\frac{9,8 \text{ м/с}^2}{1,7 \text{ м/с}^2}} = 2,4 \text{ с}.$$

502 $K = 250 \text{ Н/м}$; $N = 20$; $t = 16 \text{ с}$; m - ?

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}}; \quad m = \frac{t^2}{N^2} \cdot \frac{K}{4\pi^2} = \frac{Kt^2}{4\pi^2 N^2} \approx \frac{250 \text{ Н/м} \cdot 16^2 \text{ с}^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 20^2} = 4 \text{ кг}.$$

503 $l = 80 \text{ см} = 0,8 \text{ м}$; $t = 3 \text{ мсек} = 180 \text{ с}$; $N = 100$; g - ?

$$v = \frac{N}{t} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}; \quad g = \frac{4\pi^2 N^2 l}{t^2} \approx \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 100^2 \cdot 0,8 \text{ м}}{180^2 \cdot c^2} \approx 9,88 \text{ м/с}^2.$$

504 $N_1 = 15$; $N_2 = 10$; $\frac{l_1}{l_2} - ?$

$$\frac{N_1}{t} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{l_1}{g}}; \quad \frac{N_2}{t} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{l_2}{g}}; \quad \frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}; \quad \frac{l_1}{l_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{15^2}{10^2} = 2,25.$$

505 $N_1 = 10$; $N_2 = 30$; $\frac{l_1}{l_2} - ?$

Воспользуемся формулой, выведенной в № 504.

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{10^2}{30^2} = \frac{1}{9} = 0,11.$$

506 $N_1 = 50$; $N_2 = 30$; $\Delta l = 32 \text{ см}$; $l_1 - ?$ $l_2 - ?$

Воспользуемся формулой, выведенной в № 504.

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2}; \quad l_1 = l_2 + \Delta l; \quad l_2 = \frac{\Delta l}{\frac{N_1^2}{N_2^2} - 1} = \frac{32 \text{ см}}{\frac{50^2}{30^2} - 1} = 18 \text{ см}.$$

$$l_1 = l_2 + \Delta l = 32 \text{ см} + 18 \text{ см} = 50 \text{ см}.$$

507 $m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$; $K = 250 \text{ Н/м}$; $A = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$;

$v_{\max} - ?$ $x_0 - ?$ $E - ?$

$$E = \frac{KA^2}{2} = \frac{250 \text{ Н/м} \cdot 0,15^2 \text{ м}^2}{2} \approx 2,8 \text{ Дж};$$

$$\frac{mv_{\max}^2}{2} = E; \quad v_{\max} = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,8 \text{ Дж}}{0,4 \text{ кг}}} \approx 3,7 \text{ м}.$$

Т.к. в момент времени, когда $v = v_{\max}$, вся энергия запасается в кинетической энергии тела, то смещение в этот момент $x_0 = 0$.

508 $T = 1 \text{ с}$; $A = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$; $v_{\max} - ?$ $a_{\max} - ?$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \quad v_{\max} = \omega \frac{A}{2} = \frac{\pi A}{T} \approx \frac{3,14 \cdot 0,3 \text{ м}}{1 \text{ с}} = 0,94 \text{ м/с}.$$

$$a_{\max} = \omega^2 \frac{A}{2} = \frac{2\pi^2 A}{T^2} \approx \frac{2 \cdot 3,14^2 \cdot 0,3 \text{ м}}{1^2 \text{ с}^2} = 5,92 \text{ м/с}^2.$$

509 Предположим, что период таких колебаний T . Тогда зависимость координаты от времени:

$$y = v(t - nT) - \frac{g(t - nT)^2}{2},$$

где $n = \left[\frac{t}{T} \right]$, где $[x]$ обозначает целую часть x . Эта функция не

выражается через синус или косинус. Значит это не есть гармонические колебания.

510 Да, возможно, если воздействовать с силой $F_0 \cos \omega t$, причем ω - собственная частота качелей.

511 Человек шагает с частотой, близкой к собственной частоте маятника из груза и веревки. Чтобы груз качался меньше, следует или изменить темп ходьбы, либо изменить собственную частоту маятника, изменив длину веревки.

512 В нагруженной, т.к. период колебаний машины увеличивается вместе с массой.

513 $T = 1,6 \text{ с}; l = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м}; v - ?$

Вода будет выплескиваться особенно сильно, если время шага мальчика будет совпадать с T .

$$\frac{l}{T} = v = \frac{0,6 \text{ м}}{1,6 \text{ с}} = 0,375 \text{ м/с}.$$

514 Да, т.к. рельсы проводят звук.

515 Чтобы не вызывать колебаний подставки камертона.

516 Человек слышит эхо позже звука на очень малую величину времени, и поэтому не может различить их.

517 Летучие мыши используют ультразвуковой радар для ориентации.

518 Частота становится больше, т.е. звук выше.

519 Скрипач изменяет длину струны, что соответствует изменению частоты звука, зажимая их пальцами.

520 Чтобы не изменялись геометрические размеры трубы, что приводит к искажению звука.

521 Барабанная перепонка под действием звука начинает колебаться с частотой, равной частоте звуковой волны. Значит, человеческое ухо реагирует на частоту звука.

522 При переходе из одной среды в другую меняется длина волны, а частота остается постоянной, т.е. аквалангист слышит 440 Гц.

523 $v = 6 \text{ м/с}; \lambda = 3 \text{ м}; T - ? v - ?$

$$\epsilon = vT; T = \frac{\lambda}{v} = \frac{3 \text{ м}}{6 \text{ м/с}} = 0,5 \text{ с}; v = \frac{1}{T} = \frac{v}{\lambda} = \frac{6 \text{ м/с}}{3 \text{ м}} = 2 \text{ Гц}.$$

524 $t = 10 \text{ с}; N = 20; \lambda = 1,2 \text{ м}; v - ?$

$$\lambda = \frac{t}{N} v; v = \frac{N \lambda}{t} = \frac{20 \cdot 1,2 \text{ м}}{10 \text{ с}} = 2,4 \text{ м/с}.$$

525 $t = 50 \text{ с}; \lambda = 0,5 \text{ м}; t' = 5 \text{ с}; N' = 20; S - ?$

$$S = v t; \lambda = \frac{t'}{N'} v; S = N' \lambda \frac{t}{t'} = 20 \cdot 0,5 \text{ м} \cdot \frac{50 \text{ с}}{5 \text{ с}} = 100 \text{ м}.$$

526 $\lambda = 5 \text{ м}; t = 1 \text{ с}; N_1 = 4; N_2 = 2; v_k - ? v_b - ?$



$$N_1 \lambda = (v_k + v_b)t$$

$$N_2 \lambda = (v_k - v_b)t$$

$$v_k = \frac{\lambda}{2t} (N_1 + N_2) = \frac{5m}{2 \cdot 1c} (4 + 2) = 15m/c;$$

$$v_b = \frac{\lambda}{2t} (N_1 - N_2) = \frac{5m}{2 \cdot 1c} (4 - 2) = 5m/c.$$

$$527 \quad v_1 = 90 \Gamma y; \quad v_2 = 9000 \Gamma y; \quad \lambda_1 - ? \quad \lambda_2 - ?$$

$$\lambda_1 v_1 = v; \quad \lambda_1 = \frac{v}{v_1} = \frac{330m/c}{90 \Gamma y} = 3,7m;$$

$$\lambda_2 v_2 = v; \quad \lambda_2 = \frac{v}{v_2} = \frac{330m/c}{9000 \Gamma y} = 0,037m;$$

$$528 \quad v = 440 \Gamma y; \quad \lambda_1 - ? \quad \lambda_2 - ?$$

$$\lambda_1 v = c_1; \quad \lambda_1 = \frac{c_1}{v} = \frac{330m/c}{440 \Gamma y} = 0,75m; \quad \lambda_2 v = c_2; \quad \lambda_2 = \frac{c_2}{v} = \frac{1500m/c}{440 \Gamma y} = 3,41m;$$

При переходе из воздуха в воду длина волны изменяется с λ_1 до λ_2 .

$$529 \quad t = 2c; \quad T = 36c; \quad v - ?$$

$$vT = (v + v_{zb})t;$$

$$v = v_{zb} \frac{t}{T - t} = 330m/c \frac{2c}{36c - 2c} \approx 19,4m/c.$$

$$530 \quad S = 68m; \quad t - ?$$

$$T = \frac{2S}{v} = \frac{2 \cdot 68m}{330m/c} \approx 0,41c.$$

$$531 \quad m = 200 \Gamma = 0,2 \text{ кг}; \quad M = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}; \quad v - ?$$

$$v = \frac{m}{M} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 10^3}{18 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} \approx 11 \text{ моль}.$$

532 Т.к. молекулярная масса у свинца больше, чем у олова, то количество вещества у олова больше.

533 И для ртути, и для алюминия верна формула $v = \frac{m}{M} = \frac{v\rho}{M}$, где v – объем куска, ρ – плотность вещества, M – молярная масса вещества. Значит,

$$\text{достаточно сравнить } \frac{\rho_{Al}}{M_{Al}} \text{ с } \frac{\rho_{Hg}}{M_{Hg}} \cdot \frac{\rho_{Al}}{M_{Al}} =$$

$$= \frac{2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{27 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} = 10^5 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\rho_{\text{Hg}}}{\text{МНг}} = \frac{13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{0,201 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} \approx 6,7 \cdot 10^4 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3}. \text{ Значит в}$$

алюминии количество вещества больше.

534 Т.к. молекулярная масса свинца больше, чем алюминия, то масса свинца больше. Для обоих веществ верна формула $m = \vartheta M$; $\nu \rho = \nu M$; $\nu = \frac{\nu M}{\rho}$.

$$\begin{aligned} \text{Значит, достаточно сравнить } \frac{M_{\text{Al}}}{\rho_{\text{Al}}} \text{ и } \frac{M_{\text{Pb}}}{\rho_{\text{Pb}}} \cdot \frac{M_{\text{Al}}}{\rho_{\text{Al}}} = \\ = \frac{27 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 10^{-5} \frac{\text{м}^3}{\text{моль}} \cdot \frac{M_{\text{Pb}}}{A_{\text{Pb}}} = \frac{207 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{113 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \approx 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^3}{\text{моль}}. \end{aligned}$$

Значит, объем свинца будет больше.

$$\mathbf{535} \quad M = 98 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}; \nu = 20 \text{ моль}; m - ?; m = \nu M = 1960 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 2 \text{ кг}.$$

$$\mathbf{536} \quad M = 27 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}; \rho = 2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \nu = 12 \text{ моль}; V - ?$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{M\nu}{\rho} = \frac{27 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 12 \text{ моль}}{2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

$$\mathbf{537} \quad \text{Масса одной молекулы } m_0 = \frac{M}{N_A}, \text{ где } M - \text{молярная масса.}$$

$$m_0(\text{O}_3) = \frac{48 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}} = 8 \cdot 10^{-26} \text{ кг}; \quad m_0(\text{CO}_2) = \frac{44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}} \approx 7,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг};$$

$$m_0(\text{CH}_4) = \frac{16 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}} \approx 2,7 \cdot 10^{-26} \text{ кг}.$$

$$\mathbf{538} \quad m = 250 \text{ г} = 0,25 \text{ кг}; M = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}; N - ?$$

$$\nu = \frac{m}{M}; N = \nu N_A = \frac{m N_A}{M} = \frac{0,25 \text{ кг} \cdot 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}}{4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} = 3,75 \cdot 10^{25}.$$

$$539 \text{ m} = 54 \text{ г} = 0,054 \text{ кг}; \text{ M} = 108 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}; \text{ N} - ?$$

$$v = \frac{m}{M}; \text{ N} = vN_A = \frac{mN_A}{M} = \frac{0,054 \text{ кг} \cdot 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}}{0,108 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} = 3 \cdot 10^{23}.$$

540 Т.к. молекулярная масса серебра больше, чем алюминия, то число молекул в алюминии больше.

$$541 \text{ Для обоих веществ верна формула: } \text{N} = vN_A = \frac{m}{M} N_A =$$

$$= \frac{\rho}{M} \cdot \frac{V}{N_A}. \text{ Значит, достаточно сравнить } \frac{\rho_{Al}}{M_{Al}} \text{ с } \frac{\rho_{Fe}}{M_{Fe}}.$$

$$\frac{\rho_{Al}}{M_{Al}} = \frac{2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3}{27 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}} = 10^5 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\rho_{Fe}}{M_{Fe}} = \frac{7,8 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{56 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} \approx 1,4 \cdot 10^5 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}.$$

Значит число молекул в стали будет больше.

$$542 \text{ N} = \frac{m}{\mu} N_A; \text{ m} = \rho V = \rho Sh;$$

$$\text{N} = \frac{\rho Sh N_A}{\mu} = \frac{8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 8 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}}{0,059 \text{ кг/моль}} = 1,1 \cdot 10^{22}.$$

$$543 \text{ h} = 10 \text{ м}; \text{ S} = 20 \text{ км}^2 = 20 \cdot 10^6 \text{ м}^2 = 2 \cdot 10^7 \text{ м}^2; \text{ m} = 0,01 \text{ г} = 10^{-5} \text{ кг}; \\ \text{V} = 2 \text{ см}^3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3; \text{ M} = 59 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль. N} - ?$$

$$\text{V}_1 = hS; \text{ } \rho = \frac{m}{V_1} = \frac{m}{hS}; \text{ m}_1 = \rho v = \frac{mv}{hs};$$

$$\text{N} = N_A \frac{m_1}{M} = \frac{mVN_A}{hSM} = \frac{10^{-5} \text{ кг} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}}{10 \text{ м} \cdot 20 \cdot 10^6 \text{ м}^2 \cdot 59 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} = \frac{10^{-17} \cdot 6 \cdot 10^{23}}{5,9} \approx 10^6.$$

$$544 \text{ V} = 0,003 \text{ мм}^3 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^3 = 3 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3; \text{ S} = 300 \text{ см}^3 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2; \\ \text{d} - ?$$

$$\text{V} = dS \Rightarrow \text{d} = \frac{\text{V}}{\text{S}} = 10^{-10} \text{ м}.$$

545 Газы сжимаются легче, чем твердые тела, т.к. в газах молекулы движутся хаотически, слабо взаимодействуют друг с другом, а в твердых телах молекулы колеблются около положения равновесия и взаимодействуют друг с другом, образуя кристаллические решетки.

546 При нагревании энергия колебаний молекул проволоки растет, значит растет амплитуда этих колебаний.

547 Часть эфира испарилась.

548 Дым диффундировал.

549 Происходит диффузия части краски в воду, часть ее оседает на белой одежде.

550 Из-за диффузионного проникновения воздуха.

551 Это основано на процессе диффузии. При более высокой температуре диффузия идет активнее.

552 Молекулы твердых тел находятся у положения равновесия, несмотря на всю хаотичность их колебаний. Из-за этого они и не распадаются.

553 Из-за того, что эти силы очень короткодействующие.

554 $\bar{F}\Delta t = m\Delta\bar{V}$. После соударения $v'_x = v_x$, $v'_y = -v_y$, $v_y = v\sin\alpha$.

$$\Delta v = \sqrt{(v'_y - v_y)^2 + (v'_x - v_x)^2} = v_y - v'_y = 2v_y = 2\sin\alpha.$$

Значит, сила \bar{F} имеет только проекцию $F_y = F$.

$$\bar{F}\Delta t = 2m_0\sin\alpha; p = \frac{NF}{S}; F = \frac{pS}{N}; N = n \cdot V = nSh = nS \cdot v\Delta t \sin\alpha.$$

$$\frac{pS}{nS \cdot v\Delta t \sin\alpha} = 2m_0v\sin\alpha; p = 2nm_0v^2\sin^2\alpha.$$

555 $v = 400 \text{ м/с}$; $n = 2,7 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3} = 2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$; $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$.

$$p = \frac{1}{3}nm_0v^2 = \frac{1}{3}n \frac{M}{N_A}v^2 = \frac{1}{3} \cdot 2,7 \cdot 10^{25} \cdot \frac{32 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{23}} \cdot 400^2 \text{ м}^2/\text{с}^2 = \\ = \frac{2,7 \cdot 32 \cdot 16}{3 \cdot 6} \cdot 10^3 \text{ Па} \approx 76,8 \cdot 10^3 \text{ Па} = 76,8 \text{ кПа}.$$

556 $V = 480 \text{ см}^3 = 480 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$; $T = 20^\circ \text{ C} = 293 \text{ К}$;

$$p = 2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}; N - ?; p = nKT = \frac{N}{V}KT;$$

$$N = \frac{pV}{KT} = \frac{2,5 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3}{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 293 \text{ К}} = \frac{2,5 \cdot 4,8}{1,38 \cdot 2,93} 10^{36} \approx 2,97 \cdot 10^{21}.$$

557 $V = 2 \text{ м}^3$; $p = 150 \text{ кПа} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$; $T = 27^\circ \text{ C} = 300 \text{ К}$; $N - ?$

$$p = nKT = \frac{N}{V}KT; N = \frac{pV}{KT} = \frac{1,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 2 \text{ м}^3}{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 3 \cdot 10^2 \text{ К}} = \frac{10}{1,38} 10^{25} \approx 7,2 \cdot 10^{25}.$$

558 $p = 0,0011 \text{ мм рт.ст.} = 0,146 \text{ Па}$; $M = 0,201 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$; $V = 1 \text{ м}^3$;

$T = 20^\circ \text{ C} = 293 \text{ К}$; $m - ?$

$$pV = \frac{m}{M}RT; m = M \frac{pV}{RT} = 0,201 \cdot \frac{0,146 \cdot 1}{8,31 \cdot 293} \approx 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ кг} = 12 \text{ мг}.$$

559 $p = 1,33 \cdot 10^{-10} \text{ Па}$; $V = 10^{-6} \text{ м}^3$; $T = 273 + 48 = 321 \text{ К}$.

$$pV = \frac{m}{M} RT; \quad N = \frac{m}{\mu} N_A; \quad \frac{m}{M} = \frac{pV}{RT}; \quad N = \frac{pVN_A}{RT};$$

$$N = \frac{1,33 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-6} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{8,31 \cdot 321} = 3 \cdot 10^4.$$

$$560 \quad p = 10^{-4} \text{ Па}; \quad N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}; \quad R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}};$$

$$T = 273 + 20 = 293 \text{ К}.$$

$$pV = \frac{m}{M} RT; \quad N = VN_A = \frac{m}{M} N_A; \quad n = \frac{N}{V} = \frac{pVN_A}{RTV} = \frac{pN_A}{RT};$$

$$n = \frac{10^{-4} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{8,31 \cdot 293} = 2,5 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-3}.$$

561 Там очень низкая концентрация молекул воздуха.

562 Не противоречит, т.к. скорость распространения запахов существенно меньше скорости молекулы из-за соударений молекул.

$$563 \quad T_1 = 0,1 \text{ К}; \quad T_2 = 6000 \text{ К}; \quad v_1, v_2 - ?$$

$$E = \frac{3}{2} KT; \quad E = \frac{mv^2}{2}; \quad mv^2 = 3 KT; \quad v = \sqrt{\frac{3KT}{m}} = \sqrt{\frac{3KT N_A}{M}}.$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{23} \cdot 10^{-1} \cdot 6 \cdot 10^{23}}{4 \cdot 10^{-3}}} \text{ м/с} = 10 \cdot \sqrt{6,21} = 25 \text{ м/с}.$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{23} \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{23}}{4 \cdot 10^{-3}}} \text{ м/с} = 10 \cdot \sqrt{37,3} = 6,1 \cdot 10^3 \text{ м/с} = 6,1 \text{ км/с}.$$

$$564 \quad v = 400 \text{ м/с}; \quad p = 10^5 \text{ Па}; \quad m = 1 \text{ кг}, \quad V - ?$$

$$pV = \frac{m}{M} RT; \quad \frac{m_0 v^2}{2} = \frac{3}{2} KT; \quad m_0 v^2 = 3 KT; \quad \frac{M}{N_A} v^2 = 3 KT; \quad T = \frac{mv^2}{3KN_A};$$

$$pV = \frac{m}{M} RT \cdot \frac{Mv^2}{3KN_A}; \quad V = \frac{mv^2}{3p} = \frac{1 \text{ кг} \cdot 400^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{3 \cdot 10^5 \text{ Па}} \approx 0,53 \text{ м}^3.$$

$$565 \quad M = 0,029 \text{ кг/моль}.$$

$$v = \sqrt{\frac{3KT}{m_0}} + m_0 = \frac{M}{N_A}; \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{m_{02}}{m_{01}}} = \sqrt{\frac{M}{N_A m_{01}}};$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{0,029}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1,74 \cdot 10^{-12}}} = 1,6 \cdot 10^{-7}; \quad \frac{v_2}{v_1} = 6 \cdot 10^6;$$

$$566 \quad m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}; \quad T = 20^\circ \text{ C} = 293 \text{ К}; \quad v - ?$$

$$mv^2 = 3 KT;$$

$$v = \sqrt{\frac{3KT}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} \cdot 2,93 \cdot 10^2 \text{ К}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} = 1,15 \cdot 10^5 \text{ м/с}.$$

$$567 \quad v = 500 \text{ м/с}; \rho = 1,35 \text{ кг/м}^3; p - ?$$

$$p = \frac{1}{3} n m_0 v^2 = \frac{1}{3} \rho v^2 = \frac{1}{3} \cdot 1,35 \text{ кг/м}^3 \cdot 25 \cdot 10^5 \text{ м}^2/\text{с}^2 = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

$$568 \quad m = 6 \text{ кг}; V = 5 \text{ м}^3; p = 200 \text{ кПа} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}; v - ?$$

$$p = \frac{1}{3} n m_0 v^2 = \frac{1}{3} \rho v^2 = \frac{1}{3} \frac{m}{V} v^2; v = \sqrt{\frac{3 p V}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 5 \text{ м}^3}{6 \text{ кг}}} = 7,1 \cdot 10^2 \text{ м/с}.$$

569 Молекулы имеют скорости в некотором диапазоне относительно среднеквадратичной, а не строго равны ей.

$$570 \quad \text{Время полета } t. \quad t = \frac{d}{v}; \quad t = \frac{\Delta \varphi}{\omega}; \quad v = \frac{d\omega}{\Delta \varphi}; \quad \omega = 2\pi V; \quad 5,4^\circ \approx 0,1 \text{ рад}.$$

$$v = \frac{2\pi d V}{\Delta \varphi} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,02 \text{ м} \cdot 150 \text{ с}^{-1}}{0,1} = 200 \text{ м/с}.$$

$$571 \quad v_1 = 1840 \text{ м/с}; v_2 = 460 \text{ м/с}; E_1, E_2 - ?$$

$$E_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{M_1 v_1^2}{2 N_A} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 1,84^2 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 0,56 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}.$$

$$E_2 = \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{M_2 v_2^2}{2 N_A} = \frac{32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 4,6^2 \cdot 10^4 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 0,56 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}.$$

$$E_1 = E_2.$$

$$572 \quad v = 460 \text{ м/с} = 4,6 \cdot 10^2 \text{ м/с}; m = 5,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}; M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; p = 10^5 \text{ Па}; T = 293 \text{ К}; V = 1 \text{ м}^3; E_1, E_2 - ?$$

$$E_1 = \frac{m v_1^2}{2} = \frac{M_1 v_1^2}{2} = \frac{5,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \cdot 4,6^2 \cdot 10^4 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} = 5,6 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}.$$

$$P V = \frac{N m}{M} R T; \quad N = \frac{P V M}{m R T};$$

$$E_2 = N E_1 =$$

$$= \frac{P V M}{m R T} \frac{m v^2}{2} = \frac{P V M v^2}{2 R T} = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 1 \text{ м}^3 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 4,62 \cdot 10^4 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 2,93 \cdot 10^2 \text{ К}} =$$

$$= 1,4 \cdot 10^4 \text{ Дж}.$$

$$E_0 = \frac{3}{2} K T = \frac{m v^2}{2} = \frac{5,3 \cdot 10^{-26} \cdot 460^2}{2} = 5,6 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}.$$

$$E = N E_0 \quad N = \frac{m}{M} N_A = \frac{p V}{R T} N_A; \quad E = \frac{p V N_A}{R T} =$$

$$= \frac{10^5 \cdot 1 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 5,6 \cdot 10^{-21}}{8,31 \cdot (273 + 20)} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж}.$$

$$573 \quad T = 290 \text{ К}; p = 0,8 \text{ Мпа}; E - ? \quad n - ?$$

$$E = \frac{3}{2} RT \quad E = \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 2,9 \cdot 10^2 \text{ К} = 6 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}.$$

$$p = nkT; \quad n = \frac{p}{KT} = \frac{0,8 \cdot 10^5 \text{ Па}}{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 2,9 \cdot 10^2 \text{ К}} = 2 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}.$$

$$574 \quad V = 10 \text{ л} = 10^{-2} \text{ м}^3; \quad T = 27^\circ \text{ C} = 300 \text{ К}; \quad \Delta p = 4,2 \text{ кПа} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Па};$$

$$\Delta N - ?$$

$$pV = \nu RT; \quad (p - \Delta p)V = (V - \Delta V) RT; \quad \Delta p = \Delta \nu RT; \quad \Delta \nu = \frac{\Delta p}{RT};$$

$$\Delta N = N_A \Delta \nu = \frac{\Delta p N_A}{RT} = \frac{\Delta p}{RT} = \frac{4,2 \cdot 10^3 \text{ Па}}{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 3 \cdot 10^2 \text{ К}} = 10^{24}.$$

$$575 \quad \Delta T = 150 \text{ К}; \quad v_1 = 400 \text{ м/с}; \quad v_2 = 500 \text{ м/с}; \quad v = 600 \text{ м/с}; \quad \Delta T' - ?$$

$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{3}{2} K \Delta T; \quad m = \frac{3K \Delta T}{v_2^2 - v_1^2}; \quad \frac{mv_3^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = \frac{3}{2} K \Delta T';$$

$$m(v_3^2 - v_2^2) = 3K \Delta T'; \quad 3K \Delta T = \frac{v_3^2 - v_2^2}{v_2^2 - v_1^2} = 3K \Delta T';$$

$$\Delta T' = \frac{v_3^2 - v_2^2}{v_2^2 - v_1^2} \Delta T = 150 \frac{600^2 - 500^2}{500^2 - 400^2} \text{ К} = 150 \frac{36 - 25}{25 - 16} \text{ К} = \frac{11}{9} \cdot 150 \text{ К} = 183 \text{ К}$$

$$576 \quad \frac{m_{N_2}}{m_{H_2}} = \frac{M_{N_2}}{M_{H_2}} = \frac{28}{2} = 14; \quad E_{H_2} = E_{N_2}; \quad \frac{m_{H_2} V^2_{H_2}}{2} = \frac{m_{N_2} V^2_{N_2}}{2};$$

$$\frac{V_{H_2}}{V_{N_2}} = \sqrt{\frac{m_{N_2}}{m_{H_2}}} = \sqrt{14} = 3,7; \quad P_{H_2} = \frac{2}{3} n E_{H_2}; \quad P_{N_2} = \frac{2}{3} n E_{N_2}; \quad P_{H_2} = P_{N_2}.$$

$$577 \quad \frac{N_{O_2}}{N_{H_2}} = \frac{\frac{m}{N_{O_2}}}{\frac{m}{M_{H_2}}} = \frac{M_{H_2}}{M_{O_2}} = \frac{2}{32} = \frac{1}{16}; \quad E_{O_2} = E_{H_2};$$

$$\frac{m_{O_2} V^2_{O_2}}{2} = \frac{m_{H_2} V^2_{H_2}}{2}; \quad \frac{V_{O_2}}{V_{H_2}} = \sqrt{\frac{m_{H_2}}{m_{O_2}}} = \sqrt{\frac{1}{16}} = \frac{1}{4};$$

$$P_{H_2} = \frac{2}{3} n_{H_2}; \quad E_{H_2} = \frac{2}{3} \frac{N_{H_2}}{V} E_{H_2};$$

$$P_{O_2} = \frac{2}{3} n_{O_2}; \quad E_{O_2} = \frac{2}{3} \frac{N_{O_2}}{V} E_{O_2}; \quad \frac{P_{H_2}}{P_{O_2}} = \frac{N_{H_2}}{N_{O_2}} = 16.$$

$$578 \quad m_0 = \frac{M}{N_A}; \quad E_0 = \frac{3}{2} KT = \frac{m_0 v^2}{2};$$

$$p = \frac{2}{3} nE = nKT = n \frac{m_0 v^2}{2}; \quad n = \frac{3p}{m_0 v^2}$$

$$\alpha = 1,9 \cdot 10^{-10} \text{ м (из таблицы)}$$

$$l = \frac{1}{n\pi d^2 \sqrt{2}} = \frac{m_0 v^2}{3p\pi d^2 \sqrt{2}} = \frac{Mv^2}{3N_A p\pi d^2 \sqrt{2}} =$$

$$= \frac{0,04 \cdot 4,142}{3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 10^5 \cdot 3,14 \cdot (1,9 \cdot 10^{-10})^2 \cdot \sqrt{2}} = 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ м};$$

$$V = \frac{v}{l} = \frac{4,14}{2,14 \cdot 10^{-7}} = 1,73 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1};$$

$$579 \quad p = nKT; \quad n = \frac{p}{KT};$$

$$l = \frac{1}{n\pi d^2 \sqrt{2}} = \frac{KT}{p\pi d^2 \sqrt{2}} = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} (273 + 20)}{10^5 \cdot 3,14 (3 \cdot 10^{-8})^2 \cdot \sqrt{2}} = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$$

$$580 \quad 10^{-3} \text{ мм рт.ст.} = 0,133 \text{ Па}.$$

$$l = \frac{1}{n\pi d^2 \sqrt{2}} = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} (273 + 0)}{0,33 \cdot 3,14 (3 \cdot 10^{-10})^2 \cdot \sqrt{2}} = 7,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

$$581 \quad D - \text{ диаметр сосуда. } l \geq 0.$$

$$l = \frac{1}{n\pi d^2 \sqrt{2}}; \quad n = \frac{1}{l\pi d^2 \sqrt{2}} = \frac{1}{D\pi d^2 \sqrt{2}} =$$

$$= \frac{1}{0,2 \cdot 3,14 \cdot (3 \cdot 10^{-10})^2 \cdot \sqrt{2}} = 1,3 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}.$$

$$582 \quad \text{Пусть } x - \text{ кол-во столкновений.}$$

$$x = \frac{VN}{2} \quad \text{множитель } \frac{1}{2}, \text{ т.к. в столкновении участвуют две молекулы.}$$

$$V = \frac{v}{l}; \quad v \sqrt{\frac{3KT}{m_0}} l = \frac{1}{n\pi d^2 \sqrt{2}}; \quad n = \frac{p}{KT}; \quad V = \sqrt{\frac{3KT}{m_0}} \frac{p\pi d^2 \sqrt{2}}{KT} =$$

$$= \frac{\sqrt{6} p\pi d^2}{\sqrt{m_0} KT}; \quad N = \frac{m}{M} N_A = \frac{pVN_A}{RT};$$

$$m_0 = \frac{M}{N_A}; \Rightarrow x = \frac{\sqrt{6}}{2} \frac{p^2 VN_A \pi d^2}{RT} \sqrt{\frac{N_A}{MKT}} =$$

$$= \frac{\sqrt{6}}{2} \frac{1,32 \cdot 0,00253 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3,14 \cdot (3 \cdot 10^{-10})^2}{8,31 \cdot 400} \sqrt{\frac{6,02 \cdot 10^{23}}{0,044 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 400}} =$$

$$= 1,33 \cdot 10^{22} \text{ с}^{-1}.$$

583 Пусть x – среднее расстояние, $x^3 = V_0$ – объем занимаемый одной молекулой $\Rightarrow Nx^3 = V$ $x^3 = \frac{V}{N} = \frac{1}{n}$; $x = \frac{1}{\sqrt[3]{n}}$; $l = \frac{1}{n\pi d^2 \sqrt{2}}$;

$$\frac{x}{l} - ? \quad \frac{x}{l} = \frac{n\pi d^2 \sqrt{2}}{\sqrt[3]{n}} = n^{\frac{2}{3}} \pi d^2 \sqrt{2}; \quad n = \frac{N}{V} = \frac{mN_A}{MV}; \quad M = 0,002 \text{ кг/моль} -$$

водород, $\frac{x}{l} = \left(\sqrt[3]{\frac{mN_A}{MV}} \right)^2 \pi d^2 \sqrt{2}.$

584 На больших высотах, т.к. там концентрация молекул меньше, а значит силы взаимного притяжения и отталкивания меньше.

585 $p = 830 \text{ кПа}$; $V = 20 \text{ л} = 0,02 \text{ м}^3$; $T = 17^\circ \text{ C} = 290 \text{ К}$; $M = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Кг/моль}$

$$pV = \frac{m}{M} RT;$$

$$m = \frac{pVM}{RT} = \frac{8,3 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 2,9 \cdot 10^2 \text{ К}} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ кг} = 14 \text{ г}.$$

586 $p = 10^5 \text{ Па}$; $T = 20^\circ \text{ C} = 293 \text{ К}$; $V = 100 \text{ л} = 0,1 \text{ м}^3$; $\nu - ? \text{ Н} - ?$

$$pV = \nu RT; \quad \nu = \frac{pV}{RT} = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 10^{-1} \text{ м}^3}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{кг}} \cdot 2,93 \cdot 10^2 \text{ К}} = 4,1 \text{ моль}.$$

$$N = N_A \nu = 4,1 \text{ моль} \cdot 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}} = 24,6 \cdot 10^{23}.$$

587 $M = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$; $m = 2 \text{ г} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$; $V = 830 \text{ см}^3 = 8,3 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$;
 $p = 0,2 \text{ МПа} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$; $T - ?$

$$pV = \frac{m}{M} RT; \quad T = \frac{pVM}{Rm} = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}} = 280 \text{ К}$$

588 $T_2 = 367^\circ \text{ C} = 640 \text{ К}$; $T_1 = 47^\circ \text{ C} = 320 \text{ К}$; $V_1 = 1,8 \text{ л} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$;
 $V_2 = 0,3 \text{ л} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$; $p_1 = 10^5 \text{ Па}$; $p_2 - ?$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2};$$

$$p_2 = p_1 \frac{V_1}{V_2} \frac{T_2}{T_1} = 10^5 \text{ Па} \frac{1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{0,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} \cdot \frac{640 \text{ К}}{320 \text{ К}} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ Па} = 1,2 \text{ МПа}.$$

589 $V = 40 \text{ л} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$; $m = 1,98 \text{ кг}$; $M = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль}$;

$$p = 30 \cdot 10^5 \text{ Н/м} = 3 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2; T - ?$$

$$pV = \frac{m}{M} RT;$$

$$T = \frac{pVM}{Rm} = \frac{3 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 \cdot 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ кг} / \text{моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 1,98 \text{ кг}} = 3,2 \cdot 10^2 \text{ К} = 320 \text{ К}.$$

590 $m = 16\text{г} = 1,6 \cdot 10^2 \text{ кг}$; $p = 1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па}$; $T = 112^\circ \text{ C} = 385 \text{ К}$;
 $V = 1,6 \text{ л} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$; $M - ?$

$$pV = \frac{m}{M} RT; \quad M = \frac{mRT}{pV} = \frac{1,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 3,85 \cdot 10^2 \text{ К}}{10^6 \text{ Па} \cdot 1,6 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль. Это кислород } O_2.$$

591 $p_1 = 500 \text{ кПа}$; $\alpha = \frac{4}{5}$; $p_2 - ?$

$$p_1 = \frac{m}{M} RT; \quad p_2 = \frac{(1-\alpha)m}{M} RT; \quad p_2 = (1 - \alpha) p_1 = 100 \text{ кПа}.$$

592 $V = 200 \text{ л} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ м}^3$; $p_1 = 100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$; $T_1 = 17^\circ \text{ C} = 290 \text{ К}$;

$$T = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}; \quad p_2 = 300 \text{ кПа} = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}; \quad T = 47^\circ \text{ C} = 320 \text{ К}; \quad \Delta m - ?$$

$$p, V = \frac{m}{M} RT_1; \quad \frac{mR}{MV} = \frac{p_1}{T_1}; \quad p_2 V = \frac{m + \Delta m}{M} RT_2;$$

$$\frac{p_2}{T_2} = \left(\frac{mR}{MV} + \frac{\Delta m R}{MV} \right); \quad \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} + \frac{\Delta m R}{MV}; \quad \Delta m = \left(\frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1} \right) \frac{MV}{R};$$

$$\Delta m = \left(\frac{3 \cdot 10^5 \text{ Па}}{3,2 \cdot 10^2 \text{ К}} - \frac{10^5 \text{ Па}}{2,9 \cdot 10^2 \text{ К}} \right) \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль} \cdot 2 \cdot 10^{-1} \text{ м}^3}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}} =$$

$$= 56,64 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 57 \text{ г}.$$

593 $M = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$; $V = 10 \text{ л} = 10^{-2} \text{ м}^3$; $T_1 = 7^\circ \text{ C} = 280 \text{ К}$; $T_2 = 17^\circ \text{ C} = 290 \text{ К}$; $p = 500 \text{ атм} = 5 \cdot 10^6 \text{ Па}$; $\Delta m - ?$

$$pV = \frac{m_1}{M} RT_1; \quad m_1 = \frac{pVH}{RT_1}; \quad pV = \frac{m_2}{M} RT_2; \quad m_2 = \frac{pVH}{RT_2};$$

$$\Delta m = \frac{pVM}{R} = \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = \frac{5 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}} \times$$

$$\times \left(\frac{10-2}{2,8 \text{ К}} - \frac{10-2}{2,9 \text{ К}} \right) = 10 - 2 \cdot 2 \left(\frac{6}{28} - \frac{6}{29} \right) \text{ кг} = 2 \cdot (2,14 - 2,07) \text{ кг} = 10^{-2} = 1,5 \text{ г}.$$

594 $p_1 = 400 \text{ Па}$; $T_1 = 200 \text{ К}$; $T_2 = 10^4 \text{ К}$; $p_2 - ?$
 $p_1 = nKT_1$; $p_2 = 2nKT_2$;

$$p_2 = 2p_1 \frac{T_2}{T_1} = 2 \cdot 4 \cdot 10^2 \text{ Па} \cdot \frac{10^4 \text{ К}}{2 \cdot 10^2 \text{ К}} = 4 \cdot 10^4 \text{ Па} = 40 \text{ кПа}.$$

595 $T = 27^\circ \text{ C} = 300 \text{ К}$; $p = 200 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$; $M = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$; $\rho - ?$

$$pV = \frac{m}{M} RT; \quad p = \frac{\rho}{M} RT; \quad \rho = \frac{pM}{RT} = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 3 \cdot 10^2 \text{ К}} = 1,1 \text{ кг}.$$

596 $n_1 = 2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$; $T_1 = 293 \text{ К}$; $p_1 = 10^5 \text{ Па}$; $T_2 = 91^\circ \text{ C} = 364 \text{ К}$;

$p_2 = 800 \text{ кПа} = 8 \cdot 10^5 \text{ Па}$; $\rho_2 = 5,4 \text{ кг/м}^3$; $m_0 - ?$

$p_2 = n_2 k T_2$; $m_0 p_2 = \rho_2 k T_2$;

$$m_0 = \frac{\rho_2 k T_2}{p_2} = \frac{5,4 \text{ кг} / \text{м}^3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К} \cdot 364 \text{ К}}{8 \cdot 10^5 \text{ Па}} = 3,4 \cdot 10^{-26} \text{ кг}.$$

Примечание: Плотность газов не бывает $5,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

597 $m_1 = 7 \text{ г} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$; $T_1 = 27^\circ \text{ C} = 300 \text{ К}$; $p_1 = 50 \text{ кПа}$; $M_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$;

$T_2 = 60^\circ \text{ C} = 333 \text{ К}$; $p_2 = 444 \text{ кПа} = 4,44 \cdot 10^5 \text{ Па}$; $m_2 = 4 \text{ г} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$;

$M_1 - ?$

$$p_1 V = \frac{m_1}{M_1} RT_1; \quad \frac{p}{V} = \frac{p_1 M_1}{m_1 T_1}; \quad p_2 V = \frac{m_2}{M_2} RT_2; \quad \frac{p_2 M_2}{m_2 T_2} = \frac{p_1 M_1}{m_1 T_1};$$

$$M_1 = \frac{p_2 m_1 T_1}{p_1 m_2 T_2} M_2 = \frac{4,44 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 7 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 3 \cdot 10^2 \text{ К}}{5 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 3,33 \cdot 10^2 \text{ К}} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} =$$

$$= 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}.$$

598 $\Delta p = \rho g \Delta h$; $\Delta h = \frac{\Delta p}{\rho g}$;

$$p_{\kappa} = \frac{m}{M} \frac{RT}{V} = \frac{1,28 \cdot 10^{-2} \cdot 8,31 \cdot (273 + 27)}{0,032 \cdot 0,01} = 0,997 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

$p_{\text{ат}} = 10^5 \text{ Па}.$

$\Delta p = 10^5 - 0,997 \cdot 10^5 = 300 \text{ Па}; \quad \Delta h = \frac{300}{9,8 \cdot 1000} \approx 0,3 \text{ см}.$

599 $V = 5 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$; $M = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$; $p = 0,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$; $p_A = 10^5 \text{ Па}$;

$T = 400 \text{ К}$; v , m , $n - ?$

$(p + p_A)V = \nu RT$;

$$\nu = \frac{(p + p_A)V}{RT} = \frac{1,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 4 \cdot 10^2 \text{ К}} = 0,226 \text{ моль}.$$

$m = \nu M = 0,226 \text{ моль} \cdot 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль} \approx 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг}.$

$$N = \frac{N}{V} = \frac{\nu N_A}{V} = \frac{0,226 \text{ моль} \cdot 6 \cdot 10^{23}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} \approx 2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}.$$

600 $m_1 = 1 \text{ кг}$; $M_1 = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль}$; $T_B = 350^\circ \text{ C} = 623 \text{ К}$;

$$M_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; T = 20^\circ \text{ C} = 293 \text{ K}; \alpha = 5; m_2 - ?$$

$$pV = \frac{m_1}{M_1} RT_6; \quad \frac{1}{\alpha} pV = \frac{m_2}{M_2} RT; \quad \frac{1}{\alpha} \frac{m_1}{M_1} T_6 = \frac{m_2}{M_2} T;$$

$$m_2 = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{M_2}{M_1} \cdot \frac{T_6}{T} \cdot m_1 = \frac{1}{5} \cdot \frac{623 \text{ K}}{293 \text{ K}} \cdot \frac{2}{28} \cdot 1 \text{ кг} = 30 \text{ г}.$$

$$\mathbf{601} \quad p = 700 \text{ мм рт.ст.} = 9,31 \cdot 10^4 \text{ Па}; m_1 = 4 \text{ г} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг};$$

$$M_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; m_2 = 32 \text{ г} = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг}; M_2 = 3,2 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кг}}{\text{моль}};$$

$$T = 7^\circ \text{C} = 280 \text{ K}; \rho - ?$$

$$p_1 V = \frac{m_1}{M_1} RT; \quad p_2 V = \frac{m_2}{M_2} RT; \quad p_1 + p_2 = p;$$

$$V = \frac{m_1 RT}{M_1 p_1}; \quad p_2 \frac{m_1 RT}{M_1 p_1} = \frac{m_2}{M_2} RT; \quad p_2 = \frac{m_2}{m_1} \frac{M_1}{M_2} p_1; \quad p_1 + \frac{m_2}{m_1} \frac{M_1}{M_2} p_1 = p;$$

$$p_1 = \frac{p}{1 + \frac{m_1}{m_2} \frac{M_1}{M_2}}; \quad p_2 = \frac{m_2}{m_1} \frac{M_1}{M_2} p_1 = \frac{p}{1 + \frac{m_1}{m_2} \frac{M_1}{M_2}};$$

$$V = \frac{m_1 RT}{M_1 p_1} = \frac{m_1 RT}{M_1} \cdot \frac{1 + \frac{m_2}{m_1} \frac{M_1}{M_2}}{p} = \frac{RT}{p} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right)$$

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V} = \frac{p(m_1 + m_2)}{RT \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right)} =$$

$$= \frac{9,31 \cdot 10^4 \text{ Па} (3,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг} + 0,4 \cdot 10^{-2} \text{ кг})}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 2,8 \cdot 10^2 \text{ К} \left(\frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}} + \frac{3,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг}}{3,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль}} \right)} = 0,48 \text{ кг/м}^3.$$

$$\mathbf{602} \quad V_1 = 1,64 \text{ л} = 1,64 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3; m = 12 \text{ г}; T_1 = 20^\circ \text{ C} = 293 \text{ K};$$

$$p_1 = 5,86 \cdot 10^5 \text{ Па}; V_2 = 30 \text{ л} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3; T_2 = 360 \text{ K}; p_2 - ?$$

$$p_{O_2} V_1 = \frac{m_{O_2}}{M_{O_1}} RT; \quad p_{N_2} V_1 = \frac{m_{N_2}}{M_{N_1}} RT; \quad V_1 = \frac{m_{O_2} RT_1}{M_{O_2} p_{O_2}};$$

$$m_{O_2} + m_{N_2} = m; \quad p_{O_2} + p_{N_2} = p_1; \quad p_{N_2} = \frac{m_{O_2}}{M_{O_2}} = p_{O_2} \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}};$$

$$p_{N_2} + p_{N_2} \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} \frac{M_{O_2}}{m_{O_2}} = p_1; \quad p_{O_2} = p_{N_2} \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} \frac{M_{O_2}}{m_{O_2}};$$

$$P_{N_2} = \frac{p_1}{1 + \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} \frac{M_{O_2}}{m_{O_2}}} ; \quad m_{O_2} = m - m_{N_2};$$

$$P_{N_2} = \frac{p_1}{1 + \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} \frac{M_{O_2}}{m - m_{N_2}}} = \frac{p_1 M_{N_2} (m - m_{N_2})}{M_{N_2} (m - m_{N_2}) + M_{O_2} m_{N_2}};$$

$$P_1 V_1 \frac{M_{N_2} (m - m_{N_2})}{M_{N_2} (m - m_{N_2}) + M_{O_2} m_{N_2}} = \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} RT_1;$$

$$p_1 V_1 M_{N_2}^2 m - p_1 V_1 M_{N_2}^2 m_{N_2} = M_{N_2} m RT_1 m_{N_2} - M_{N_2} m_{N_2}^2 RT + M_{O_2} m_{N_2}^2 RT_1;$$

$$RT_1 (M_{O_2} - M_{N_2}) m_{N_2}^2 + (M_{N_2} m RT_1 + p_1 V_2 M_{N_2}^2) m_{N_2} - p_1 V_1 H_{N_2}^2 m = 0;$$

$$D = (M_{N_2} m RT_1 + p_1 V_1 M_{N_2})^2 + 4 RT_1 (M_{O_2} - M_{N_2}) p_1 V_1 M_{N_2}^2 m.$$

$$\text{Найдем } M \text{ смеси } pV = \frac{m}{M} RT ;$$

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{0,012 \cdot 8,31(273 + 29)}{5,86 \cdot 10^5 \cdot 1,64 \cdot 10^{-3}} = 0,0304 \text{ кг} / \text{ моль}.$$

$$\frac{m_{\kappa}}{M_{\kappa}} + \frac{m_a}{M_a} = \frac{m}{M}; \quad M_{\kappa} = 0,032 \quad M_a = 0,028$$

$$m_a = m - m_{\kappa}; \quad m = 0,012;$$

$$\frac{0,12 - m_a}{0,032} + \frac{m_a}{0,028} = \frac{0,012}{0,0304};$$

$$4,46 m_a = 0,0197; \quad m_a = 4,4 \cdot 10^{-3};$$

Во втором баллоне только азот.

$$p = \frac{m_a RT_1}{M_a V_1} = \frac{4,4 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 360}{0,028 \cdot 3 \cdot 10^{-2}} = 1,56 \cdot 10^4 \text{ Па}.$$

$$\mathbf{603} \quad l = 85 \text{ см} = 0,85 \text{ м}; \quad M_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; \quad M_2 = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; \quad x - ?$$

$$pV_1 = \frac{m}{M_1} RT; \quad pV_2 = \frac{m}{M_2} RT; \quad V_1 + V_2 = lS;$$

$$V_1 = xS, \quad V_2 = S(l - x);$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p x S = \frac{m}{M_1} RT \\ p(l - x) S = \frac{m}{M_2} RT \end{array} \right. \quad p l S = \left(\frac{m}{M_1} + \frac{m}{M_2} \right) RT$$

$$\frac{pS}{RT} = \frac{1}{l} \left(\frac{m}{M_1} + \frac{m}{M_2} \right)$$

$$\frac{pS}{RT} = \frac{1}{x} \frac{m}{M_1}; \quad \frac{m}{l} \left(\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2} \right) = \frac{m}{x} \frac{1}{M_1}; \quad \frac{1}{l} \left(\frac{M_1 + M_2}{M_1 M_2} \right) = \frac{1}{x} \frac{1}{M_1};$$

$$\frac{1}{l} \left(\frac{M_1 + M_2}{M_2} \right) = \frac{1}{x}; \quad x = \frac{M_2}{M_1 + M_2} l = \frac{32}{34} \cdot 85 \text{ см} = 80 \text{ см}.$$

$$\mathbf{604} \quad V = 40 \text{ л} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3; p = 15 \text{ МПа} = 1,5 \cdot 10^7 \text{ Па}; h = 20 \text{ м}; V' - ?$$

$$pV = \nu RT; \quad (p_A + \rho gh V') = \nu RT; \quad \frac{pV}{\rho gh V'} = 1;$$

$$V' = \frac{pV}{\rho gh + p_A} = \frac{1,5 \cdot 10^7 \text{ Па} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3}{10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 20 \text{ м} + 10^5 \text{ Па}} = 2 \text{ м}^3.$$

$$\mathbf{605} \quad V = 100 \text{ л} = 0,1 \text{ м}^3; m_1 = 2 \text{ г} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}; M_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; \\ v_2 = 1 \text{ моль}; T = 127^\circ \text{ C} = 400 \text{ К}; p_1, p_2 - ?$$

$$p_{N2} \frac{V}{2} = \nu RT; \quad p_{N2} = \frac{2\nu RT}{V}; \quad p_{N2} V = \frac{m_1}{M_1} RT; \quad p_{N2} = \frac{m_1 RT}{M_1 V};$$

$$p_1 = p_{H2}; \quad p_2 = p_{H2} + p_{N2};$$

$$p_1 = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 4 \cdot 10^2 \text{ К}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 10^{-1} \text{ м}^3} \approx 33,2 \text{ кПа};$$

$$p_{N2} = \frac{2 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 4 \cdot 10^2 \text{ К}}{10^{-1} \text{ м}^3} \approx 66,5 \text{ кПа};$$

$$p_2 = 99,7 \text{ кПа}.$$

$$\mathbf{606} \quad V = 200 \text{ см}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3; m_1 = 2 \text{ мг} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ кг}; m_2 = 4 \text{ мг} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ кг}; \\ T = 27^\circ \text{ C} = 300 \text{ К}; p_1, p_2 - ?$$

$$p_2 V = \frac{m_2}{M_2} RT;$$

$$p_2 = \frac{m_2 RT}{M_2 V} = \frac{4 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 3 \cdot 10^2 \text{ К}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3} = 1,2 \cdot 10^4 \text{ Па} = 12 \text{ кПа};$$

$$p' = \frac{2m_1 RT}{m_1 V} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 3 \cdot 10^2 \text{ К}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3} = 25 \cdot 10^3 \text{ Па} =$$

$$= 25 \cdot 10^3 \text{ Па} = 25 \text{ кПа};$$

$$p_1 = p_2 + p' = 37 \text{ кПа}.$$

$$\mathbf{607} \quad h = 24 \text{ см} = 0,24 \text{ м}; l = 1 \text{ м}; T_0 = 293 \text{ К}; p_A = 10^5 \text{ Па}; \Delta h = 6 \text{ см}; \\ T_1, T_2 - ?$$

$$p_0 h S = \nu R T_0; \quad \frac{p_0 h}{T_0} = \frac{\partial R}{S};$$

$$p_0 = p_A + \rho g(l - h) = 10^5 \text{ Па} + 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 2,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,76 \approx 2,01 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$$(p_A + \rho g(l-h))hS = \nu RT_0; p_1(h+\Delta h)S = \nu RT_1; p_1 = p_A + \rho g(l-h-\Delta h) = \\ = p_0 - \rho g\Delta h; (p_0 - \rho g\Delta h)(h+\Delta h)S = \nu RT_1; (p_0 - \rho g\Delta h)(h+\Delta h)S = \frac{\nu R}{S} \cdot T_1; ;$$

$$(p_0 - \rho g\Delta h)(h+\Delta h)S = p_0 h \frac{T_1}{T_0}; ;$$

$$T_1 = \frac{(p_0 - \rho g\Delta h)(h+\Delta h)}{p_0 h} T_0 = \\ = \frac{(2 \cdot 10^5 \text{ Па} - 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,06 \text{ м}) \cdot 0,3 \text{ м}}{2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,24 \text{ м}} \cdot 273 \text{ К} \approx 327 \text{ К}.$$

$$p_2 = p_A; p_2 l S = \nu RT_2; \frac{p_2 l}{T_2} = \frac{\nu R}{S}; \frac{p_2 l}{T_2} = \frac{p_0 h}{T_0};$$

$$T_2 = \frac{p_2 l}{p_0 h} T_0 = \frac{105 \text{ Па} \cdot 1 \text{ м}}{2 \cdot 105 \text{ Па} \cdot 0,24 \text{ м}} 273 = 568 \text{ К}.$$

$$\mathbf{608} \quad p_1 n S = \nu RT_1; p_1 = p_0 + \rho gh; p_2(hS_1 - \frac{hS}{2}) = \nu RT_2; p_2 = p_0 + \rho g \frac{h}{2};$$

$$\frac{2(p_0 + \rho gh)}{2p_0 + \rho gh} \cdot \frac{hS}{hS - \frac{hS}{2}} = \frac{T_1}{T_2}; \frac{T_1}{T_2} = \frac{4(p_0 + \rho gh)}{2p_0 + \rho gh};$$

$$\mathbf{609} \quad p_0 L S = \nu RT_0; p \frac{LS}{3} = \nu RT; p = p_0 + \rho g \frac{L}{3}; \frac{9p_0}{3p_0 + \rho gL} = \frac{T_0}{T};$$

$$T_0 = \frac{9p_0}{3p_0 + \rho gL} T;$$

$$\mathbf{610} \quad p(h) = p_0 + \rho gh; p(h)V(h) = \nu RT; V = \frac{4}{3}\pi r^3;$$

$$(p_0 + \rho gh)V(h) = (p_0 + \rho gh)V_0; V(h) = \frac{p_0 + \rho gH}{p_0 + \rho gh} V_0;$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{p_0 + \rho gH}{p_0 + \rho gh} V_0; r = \sqrt[3]{\frac{3(p_0 + \rho gH)}{4\pi(p_0 + \rho gh)}} V_0;$$

$$\mathbf{611} \quad r = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}; T = 20^\circ \text{ C} = 293 \text{ К}; p_0 = 10^5 \text{ Па}; T_1 = 4^\circ \text{ C} = 277 \text{ К}; h = 20 \text{ м}.$$

$$\frac{4}{3}\pi p_0 r^3 = \nu RT; \frac{4}{3}\pi r_1^3 (p_0 + \rho gh) = \nu RT_1; \frac{r^3}{r_1^3} \frac{p_0}{p_0 + \rho gh} = \frac{T}{T_1};$$

$$r_1 = \sqrt[3]{\frac{T_1}{T} \frac{p_0}{p_0 + \rho gh}} r = \sqrt[3]{\frac{277 \text{ К}}{293 \text{ К}} \frac{10^5 \text{ Па}}{10^5 \text{ Па} + 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 20 \text{ м}}} \cdot 2 \text{ см} = 1,36 \text{ см}.$$

$$\mathbf{612} \quad D = 10 \text{ м}; m = 10 \text{ кг}; T_1 = 27^\circ \text{ C} = 300 \text{ К}; p = 735 \text{ мм рт.ст.} = 10^5 \text{ Па};$$

ΔT - ?

$$V = \frac{\pi D}{6}; \quad pV = \frac{m}{M} RT_1; \quad \rho_1 = \frac{pM}{RT_1}; \quad \rho_2 = \frac{pM}{RT_2};$$

$$mg = (\rho_1 - \rho_2)g \frac{\pi D^3}{6}; \quad m = \frac{pM}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \frac{\pi D^3}{6};$$

$$\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} = \frac{6mR}{\pi D^3 Mp}; \quad \frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_1} = \frac{6mR}{\pi D^3 Mp};$$

$$T_2 = \left(\frac{1}{\pi} - \frac{6mR}{\pi DMR} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{300K} - \frac{6 \cdot 10 \kappa\text{г} \cdot 8,31 \text{ Дж} / (K \cdot \text{моль})}{3,14 \cdot 10^3 \text{ м}^3 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \frac{\kappa\text{г}}{\text{моль}} \cdot 10^5 \text{ Па}} \right)^{-1} =$$

= 305 K.

613 $\alpha = 1 \text{ кг/м}^2$; $M_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$; $M_2 = 29 \cdot 10^{-10} \text{ кг/моль}$;

$T = 0^\circ \text{ C} = 273 \text{ K}$; $p = 10^5 \text{ Па}$; r - ?

$S = 4\pi r^3$; $mg = (\rho_2 - \rho_1) gV$; $m = (\rho_2 - \rho_1) V$;

$\alpha \cdot 4\pi r^2 = (\rho_2 - \rho_1) \frac{4}{3} \pi r^3$; $r = \frac{3\alpha}{\rho_2 - \rho_1}$;

$pV = \frac{m_1}{M_1} RT$; $pV = \frac{m_2}{M_2} RT$; $\rho_1 = \frac{pM_1}{RT}$; $\rho_2 = \frac{pM_2}{RT}$;

$$r = \frac{3\alpha RT}{p(M_2 - M_1)} = \frac{3 \cdot 1 \frac{\kappa\text{г}}{\text{м}^2} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{K \cdot \text{моль}} \cdot 2,73 \cdot 10^2 K}{10^5 \text{ Па} \cdot (29 - 4) \cdot 10^{-3} \kappa\text{г} / \text{моль}} = 2,72 \text{ м}.$$

614 $p_1 = 730 \text{ мм рт.ст.} = 9,71 \cdot 10^4 \text{ Па}$; $T = -15^\circ \text{ C} = 258 \text{ K}$;

$p_2 = 710 \text{ мм рт.ст.} = 9,44 \cdot 10^4 \text{ Па}$; $T = -20^\circ \text{ C} = 253 \text{ K}$;

$V = 300 \text{ м}^3$; Δm - ?

$p_1 V = \frac{m}{M} RT_1$; $\rho_1 = \frac{p_1 M}{RT_1}$; $p_2 V = \frac{m}{M} RT_2$; $\rho_2 = \frac{p_2 M}{RT_2}$;

$m_1 = m_0 + \Delta m$; $m_1 = m_2 + \Delta m$; $m_2 = m_0$;

$m_2 g = gV\rho_2$; $m_0 = \rho_2 V$;

$$\Delta m = (\rho_1 - \rho_2)V = \frac{M}{R} \left(\frac{p_1}{T_1} - \frac{p_2}{T_2} \right) \cdot 300 \text{ м}^3 = \frac{29 \cdot 10^{-3} \kappa\text{г} / \text{моль}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{K \cdot \text{моль}}} \times$$

$$\times \left(\frac{9,71 \cdot 10^4 \text{ Па}}{2,58 \cdot 10^2 K} - \frac{9,44 \cdot 10^4 \text{ Па}}{2,53 \cdot 10^2 K} \right) \cdot 300 \text{ м}^3 = 3,4 \kappa\text{г}.$$

615 $p_0 V_0 = \nu RT$; $(p - p_0)V = \nu \nu RT$; $(p - p_0)V = \nu p_0 V_0$; $p = p_0 \left(1 + \nu \frac{V_0}{V} \right)$;

$$p_0 V = \nu_0 R T; \nu_0 = \frac{p_0 V}{R T}; p_1 (V + V_0) = \nu_0 R T; p_2 (V + V_0) = \nu_1 R T;$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_0} = \frac{V}{V + V_0}; \nu_1 = \nu_0 \frac{V}{V + V_0}; \dots \nu_{n-1} = \nu_0 \left(\frac{V}{V + V_0} \right)^{n-1};$$

$$p_n (V + V_0) = \nu_{n-1} R T;$$

$$p_n (V + V_0) = \nu_0 \left(\frac{V}{V + V_0} \right)^{n-1} R T = p_0 V \left(\frac{V}{V + V_0} \right)^{n-1}; p_n = p_0 \left(\frac{V}{V + V_0} \right)^n;$$

617 Воспользуемся решениями задач № 615 и № 616.

$$p_1 = p_0 \left(\frac{V}{V + V_0} \right)^n; p_2 = p_1 + p_0^n \frac{V_0}{V};$$

$$p_2 = p_0 \left\{ \left(\frac{V}{V_0 + V} \right)^n + n \frac{V_0}{V} \right\}; p_0 V = \frac{m}{M} R T; p_2 V = \frac{m + \Delta m}{M} R T;$$

$$(p_2 + p_0) V = \frac{\Delta m}{M} R T; \frac{p_0 V M}{R T} \left\{ \left(\frac{V}{V + V_0} \right)^n + n \frac{V_0}{V} - 1 \right\} = \Delta m.$$

$$\mathbf{618} \quad V_0 = 40 \text{ см}^3 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3; S = 60 \text{ см}^2 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2; F = 350 \text{ Н}; \\ V = 2000 \text{ см}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3; p_0 = 10^5 \text{ Па}; n - ?$$

$$p_2 = p_0 n \frac{V_0}{V}; F = p S = p_0 S n \frac{V_0}{V};$$

$$n = \frac{F V}{p_0 S V_0} = \frac{350 \text{ Н}}{10^5 \text{ Па} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2} \cdot \frac{200 \text{ см}^3}{40 \text{ см}^3} \approx 29.$$

$$\mathbf{620} \quad m = 10 \text{ г} = 10^{-2} \text{ кг}; M = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль}; \Delta T = 50 \text{ К}; \\ S = 100 \text{ см}^2 = 10^{-2} \text{ м}^2; h = 7 \text{ см} = 7 \cdot 10^{-2} \text{ м}; p_0 = 10^5 \text{ Па}; m' - ?$$

$$p S = p_0 S + m' g; p = p_0 + \frac{m' g}{S}, \text{ значит } p \text{ постоянно.}$$

$$p h S = \frac{m}{M} R \Delta T; p_0 h S + m' g h = \frac{m}{M} R \Delta T;$$

$$m' = \frac{m R \Delta T - M p_0 S h}{M g h} = \frac{10^{-2} \text{ кг} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 5 \cdot 10 \text{ К}}{3,2 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 7 \cdot 10^{-2} \text{ м}} -$$

$$\frac{32 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot 7 \cdot 10 \text{ м}^2}{3,2 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 7 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 85 \text{ кг}.$$

$$\mathbf{621} \quad S = 100 \text{ см}^2 = 10^{-2} \text{ м}^2; m = 28 \text{ г} = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг}; M = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; \\ T_1 = 100^\circ \text{ C} = 373 \text{ К}; m' = 50 \text{ кг}; T_2 = 0^\circ \text{ C} = 273 \text{ К}; h - ?$$

$$pS = p_0S + m'g; \quad p = p_0 + \frac{m'g}{S}, \text{ значит } p \text{ постоянно.}$$

$$\frac{H+h}{H} = \frac{T_1}{T_2}; \quad 1 + \frac{h}{H} = \frac{T_1}{T_2}; \quad h = H \left(\frac{T_1}{T_2} - 1 \right)$$

$$phS = \frac{m}{M} RT_2; \quad H = \frac{mRT_2}{MSp} = \frac{MRT_2}{MS(p_0 - m'g)};$$

$$h = \frac{mRT_2}{MS(p_0 - \frac{m'g}{S})} \left(\frac{T_1}{T_2} - 1 \right) =$$

$$= \frac{28 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 273 \text{ К}}{50 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \left(10^5 \text{ Па} - \frac{c^2}{10^{-2} \text{ м}^2} \right)} \cdot \left(\frac{373}{273} - 1 \right) = 1,66 \text{ м.}$$

$$622 \quad p_0S = -K(x-h) + mg; \quad p_1S = -K(x-h_1) + mg; \quad p_0Sh = \nu RT_1;$$

$$p_1Sh_1 = \nu RT_1; \quad \frac{p_1h_1}{p_0h} = \frac{T_1}{T_0}; \quad Kx = mg;$$

$$p_0S = Kh - Kx + mg = Kh; \quad p_1S = Kh_1; \quad \frac{K_1h_1^2}{Kh_2} = \frac{T_1}{T_0}; \quad h_1 = h \sqrt{\frac{T_1}{T_0}}.$$

$$623 \quad \pm \frac{F}{S} + p_0 = p_0; \quad \text{знак выбирается из направления } F.$$

$$p_0 \cdot l_0 S = p l S, \text{ т.к. } T = \text{const.}$$

$$\left(\pm \frac{F}{S} + p_0 \right) l_0 = p l; \quad p = \left(\pm \frac{F}{S} + p_0 \right) \frac{l_0}{l};$$

$$ma = (p - p_0)S; \quad ma = \left(\pm \frac{Fl_0}{Sl} + p_0 \left(\frac{l_0}{l} - 1 \right) \right) S;$$

$$a = \frac{dv}{dt}, \text{ значит скорость максимальна, когда } a = 0.$$

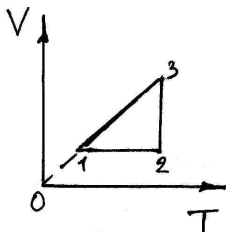
$$\pm \frac{Fl_0}{Sl} + p_0 \frac{l_0}{l} - p_0 = 0; \quad l = \left(1 \pm \frac{F}{p_0 S} \right);$$

В дальнейшем поршень либо будет уменьшать свою скорость, либо ударится о стенку цилиндра.

$$624 \text{ а) } \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}; \quad p_2 < p_1; \quad T_2 > T_1, \text{ значит } V_2 > V_1.$$

$$\text{б) } \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}; \quad V_2 > V_1; \quad T_2 > T_1, \text{ значит } p_2 > p_1.$$

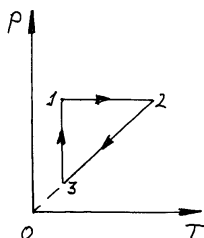
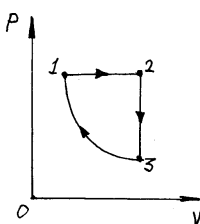
625



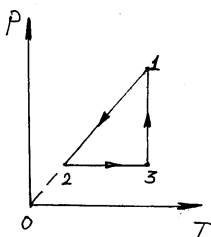
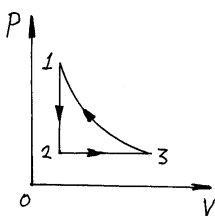
а) 1-2 – изохора; 2-3 – изотерма; 3-1 – изобара.

б) $V_1 = V_2$, $p_2 > p_1$, $T_2 > T_1$; $V_3 > V_2$, $p_3 < p_2$, $T_3 = T_2$; $V_1 < V_3$, $p_1 = p_3$, $T_1 = T_3$;в) 1-2 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p}{T}$; 2-3 $p_2 V_2 = p V$; 3-1 $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V}{T}$.

626 1. а) 1-2 – изобара; 2-3 – изохора; 3-1 – изотерма.

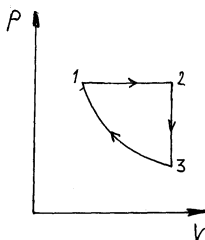
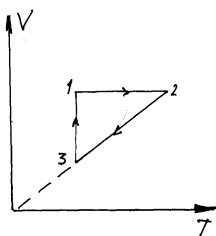
б) $V_2 > V_1$, $p_2 = p_1$, $T_2 > T_1$; $V_3 = V_2$, $p_3 < p_2$, $T_3 < T_2$; $V_1 < V_3$, $p_1 > p_3$, $T_1 = T_3$;в) 1-2 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V}{T}$; 2-3 $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p}{T}$; 3-1 $p_1 V_1 = p V$.

2. а) 1-2 – изохора; 2-3 – изобара; 3-1 – изотерма.

б) $V_2 = V_1$, $p_2 < p_1$, $T_2 < T_1$; $V_3 > V_2$, $p_3 = p_2$, $T_3 > T_2$; $V_1 < V_3$, $p_1 > p_3$, $T_1 = T_3$;в) 1-2 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p}{T}$; 2-3 $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V}{T}$; 3-1 $p_3 V_3 = p V$.

3. а) 1-2 – изохора; 2-3 – изобара; 3-1 – изотерма.

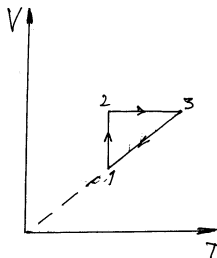
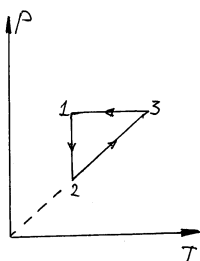
б) $V_2 = V_1$, $p_2 > p_1$, $T_2 > T_1$; $V_3 < V_2$, $p_3 = p_2$, $T_3 < T_2$; $V_1 > V_3$, $p_1 > p_3$, $T_1 = T_3$;в) 1-2 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p}{T}$; 2-3 $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V}{T}$; 3-1 $p_3 V_3 = p V$.



4. а) 1-2 – изотерма; 2-3 – изохора; 3-1 – изобара.

б) $V_2 > V_1$, $p_2 < p_1$, $T_2 = T_1$; $V_3 = V_2$, $p_3 > p_2$, $T_3 > T_2$; $V_1 < V_3$, $p_1 = p_3$, $T_1 < T_3$;

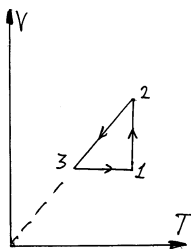
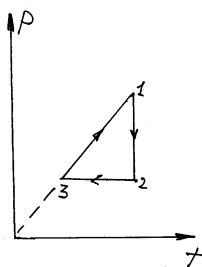
в) 1-2 $p_1 V_1 = p V$; 2-3 $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p}{T}$; 3-1 $p_3 V_3 = \frac{V_3}{T_3} = \frac{V}{T}$.



5. а) 1-2 – изотерма; 2-3 – изобара; 3-1 – изохора.

б) $V_2 > V_1$, $p_2 < p_1$, $T_2 = T_1$; $V_3 < V_2$, $p_3 = p_2$, $T_3 < T_2$; $V_1 = V_3$, $p_1 > p_3$, $T_1 > T_3$;

в) 1-2 $p_1 V_1 = p V$; 2-3 $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V}{T}$; 3-1 $\frac{p_3}{T_3} = \frac{p}{T}$.



627 а) для обоих процессов верно: $pV = \frac{m}{M} RT$; $p = \frac{m}{M} \frac{RT}{V}$;

График 1 соответствует большему объему, график 2 – меньшему.

б) Для обоих процессов верно: $pV = \frac{m}{M} RT$; $p = \frac{m}{M} \frac{RT}{V}$;

График 1 соответствует меньшей массе, график 2 – больше массе.

628 а) Для обоих процессов верно: $pV = \frac{m}{M} RT$; $p = \frac{m}{M} \frac{RT}{V}$;

Графику 1 соответствует большему весу поршня, графику 2 – меньшему.

б) Для обоих процессов верно: $pV = \frac{m}{M} RT$; $p = \frac{m}{M} \frac{RT}{V}$;

Графику 1 соответствует меньшая масса, графику 2 – большая масса.

629 а) Для обоих процессов верно: $pV = \frac{m}{M} RT$; $p = \frac{m}{M} \frac{RT}{V}$;

Графику 1 соответствует меньшая температура, графику 2 – большая температура.

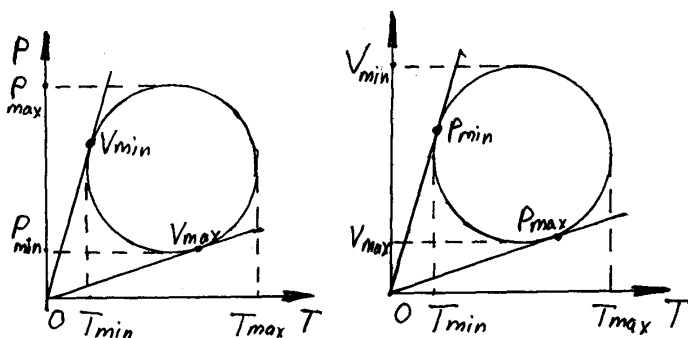
б) Для обоих процессов верно: $pV = \frac{m}{M} RT$; $p = \frac{m}{M} \frac{RT}{V}$;

Графику 1 соответствует меньшая масса, графику 2 – большая масса.

630 1-2 объем постоянен; 2-3 объем увеличивается; 3-4 объем увеличивается; 4-1 объем уменьшается.

631 1-2 давление постоянно; 2-3 давление растет; 3-4 давление растет; 4-1 давление уменьшается.

632



а) Т.к. изохорический процесс описывается уравнением $p = \frac{\nu R}{V} T$, то минимальный объем соответствует максимальному наклону прямой $p = \alpha T$, максимальный – минимальному.

б) Т.к. изобарический процесс описывается уравнением $p = \frac{\nu R}{V} T$, то минимальное давление соответствует максимальному наклону прямой $p = \alpha T$, максимальный – минимальному.

633 Истечение жидкости прекратится, потому что давление внутри бака, складывающееся из давления воздуха, которое уменьшается с истечением

жидкости и давление столба жидкости, которое также уменьшается с истечением жидкости, станет равно атмосферному давлению. Для продолжения истечения необходимо разгерметизировать бак.

634 $V_1 = 0,5$ л; $V_2 = 0,3$ л; $p_0 = 100$ кПа; $p = 80$ кПа; $\Delta V - ?$

Т.к. процесс изотермический

$$(V_1 - V_2) p_0 = (V_1 - V_2') p; V_2' = V_1 - \frac{p_0}{p} (V_1 - V_2);$$

$$\Delta V = V_2 - V_2' = V_2 + \frac{p_0}{p} (V_1 - V_2) - V_1 = 0,3 \text{ л} + \frac{100 \text{ кПа}}{80 \text{ кПа}} (0,5 \text{ л} - 0,3 \text{ л}) - 0,5 \text{ л} = 0,05 \text{ л}.$$

635 $l = 1$ м; $h = 20$ см = $0,2$ м; $\Delta h = 10$ см; $p - ?$

Из условия равновесия:

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = \rho g h + p_2 \\ p_1 S \left(\frac{l-h}{2} - \Delta h \right) = p S \frac{l-h}{2} \\ p_2 S \left(\frac{l-h}{2} - \Delta h \right) = p S \frac{l-h}{2} \end{array} \right.$$

$$p_1 = p \frac{l-h}{2} \cdot \frac{2}{l-h-2\Delta h} = p \frac{l-h}{l-h-2\Delta h}; \quad p_2 = p \frac{l-h}{l-h+2\Delta h};$$

$$p \frac{l-h}{l-h-2\Delta h} = \rho g h + p \frac{l-h}{l-h+2\Delta h}; \quad p(l-h) \cdot \frac{4\Delta h}{(l-h)^2 - 4\Delta h^2} = \rho g h;$$

$$p = \frac{\rho g h [(l-h)^2 - 4\Delta h^2]}{4\Delta h(l-h)} = \frac{1,36 \cdot 10^4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ м} [0,8^2 - 4 \cdot 0,1^2] \text{ м}^2}{4 \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 0,8 \text{ м}} = 51 \text{ кПа}.$$

636 $l = 1,73$ м; $h = 30$ см = $0,2$ м; $p^2 = 8$ кПа; $\Delta h - ?$

$$p_2 + \rho g h = p_1;$$

$$p_2 S \left(\frac{l-h}{2} \right) = p S \left(\frac{l-h}{2} - \Delta h \right); \quad p_1 S \left(\frac{l-h}{2} \right) = p S \left(\frac{l-h}{2} - \Delta h \right);$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{l-h+2\Delta h}{l-h-2\Delta h}; \quad p_1 = \frac{l-h+2\Delta h}{l-h-2\Delta h} p_2;$$

$$p_2 + \rho g h = \frac{l-h+2\Delta h}{l-h-2\Delta h} p_2; \quad \frac{\rho g h}{p_2} = \frac{4\Delta h}{l-h-2\Delta h};$$

$$4p_2 \Delta h = \rho g h l - \rho g h_2 - 2 \rho g h \Delta h; \quad (4p_2 + 2\rho g h) \Delta h = \rho g h(l-h);$$

$$\Delta h = \frac{\rho g h (l - h)}{4p + 2\rho g h} = \frac{1,36 \cdot 10^4 \frac{\text{Кг}}{\text{м}^3} \cdot (1,73 \text{ м} - 0,3 \text{ м}) \cdot 0,3 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot 8 \cdot 10^3 \text{ Па} + 2 \cdot 1,36 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,3 \text{ м}} \approx \mathbf{0,51 \text{ м.}}$$