



ЗАДАЧА 3. (Всеросс., 2015, ШЭ, 11) В комнате объёмом  $V = 30 \text{ м}^3$  сначала была температура  $t_1 = 10^\circ\text{С}$ . После включения отопления она стала равна  $t_2 = 20^\circ\text{С}$ . Увеличилась или уменьшилась масса воздуха в комнате? На сколько килограммов? Атмосферное давление равно  $p = 100 \text{ кПа}$ , молярная масса воздуха  $\mu = 29 \text{ г/моль}$ . Универсальная газовая постоянная  $R = 8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$ . Абсолютный нуль температуры составляет  $t_0 = -273^\circ\text{С}$ .

$$\Delta m = \left( \frac{t_2}{t_1} - 1 \right) \frac{pV}{R t_1} = 0,26 \text{ кг}$$

ЗАДАЧА 4. (МФТИ, 1981) С какой максимальной силой прижимается к телу человека банка (применяемая в медицинской практике для лечения), если диаметр её отверстия  $d = 4 \text{ см}$ ? В момент прикладывания банки к телу воздух в ней прогрет до температуры  $t = 80^\circ\text{С}$ , а температура окружающего воздуха  $t_0 = 20^\circ\text{С}$ . Атмосферное давление  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ . Изменением объёма воздуха в банке (из-за втягивания кожи) пренебречь.

$$F = \left( \frac{t}{t_0} - 1 \right) \frac{p_0}{2} \pi d^2 = 0,1 \text{ Н}$$

ЗАДАЧА 5. (МФТИ, 1986) В последние годы популярность приобретает катание на воздушных шарах. Воздух в таком шаре нагревается с помощью газового факела, расположенного у отверстия в нижней части шара. Какую температуру должен иметь воздух в шаре, чтобы поднять двух человек? Масса людей, оболочки, шара, корзины, баллона с газом составляет  $M = 420 \text{ кг}$ , диаметр шара  $d = 20 \text{ м}$ , температура окружающего воздуха  $t_0 = +17^\circ\text{С}$ , средняя молярная масса воздуха  $\mu = 29 \text{ г/моль}$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$ .



$$T = \frac{M g}{\rho V} \left( \frac{p_0 V}{R T_0} - \frac{V}{V_0} \right) = 17^\circ\text{С}$$

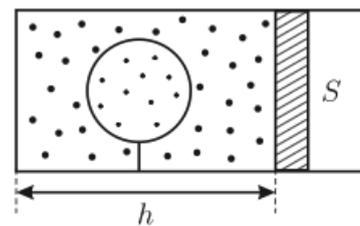
ЗАДАЧА 6. (МФТИ, 1981) Чтобы не стать помехой движению самолётов, олимпийский аэростат «Миша», наполненный гелием ( $\mu_1 = 4 \text{ г/моль}$ ) под давлением  $p_0 = 1 \text{ атм}$  при температуре  $T = 300 \text{ К}$ , должен был подняться над Лужниками на высоту  $1,5 \text{ км}$ , где плотность воздуха ( $\mu_2 = 29 \text{ г/моль}$ ) примерно на 20% меньше, чем у поверхности Земли. Найдите массу  $M$  корпуса аэростата, если его объём  $V = 500 \text{ м}^3$ . Оболочка нерастяжимая и герметичная.

$$M = \rho_2 V \left( \frac{p_0}{p} - 1 \right) = 10^4 \text{ кг}$$

ЗАДАЧА 7. (МФТИ, 1981) Герметичный шар-зонд, изготовленный из нерастягивающегося материала, должен поднять аппаратуру массой  $M = 10 \text{ кг}$  на высоту примерно  $5,5 \text{ км}$ , где плотность воздуха ( $\mu_в = 29 \text{ г/моль}$ ) вдвое меньше, чем у поверхности Земли. Шар наполняют гелием ( $\mu_{\text{He}} = 4 \text{ г/моль}$ ) при температуре  $T = 300 \text{ К}$  и давлении  $p_0 = 1 \text{ атм}$ . Объём шара  $V = 100 \text{ м}^3$ . Определить массу квадратного метра материала оболочки шара.

$$\sigma = \frac{M}{2V} = 0,05 \text{ кг/м}^2$$

Задача 8. (МОШ, 2008, 10) Горизонтально расположенный цилиндрический сосуд с теплопроводящими стенками, заполненный аргоном плотностью  $\rho = 1,7 \text{ кг/м}^3$ , закрыт подвижным поршнем и находится в комнате. Площадь поршня равна  $S = 400 \text{ см}^2$ , расстояние от левого края цилиндра до поршня равно  $h = 50 \text{ см}$  (см. рисунок). В сосуде ко дну на нити прикреплен шар объёмом  $V_{\text{ш}} = 1000 \text{ см}^3$ , сделанный из тонкого нерастяжимого и теплопроводящего материала и заполненный гелием; масса шара с гелием равна  $m = 1,2 \text{ г}$ . После того как протопили печь и воздух в комнате прогрелся, поршень переместился вправо на расстояние  $\Delta h = 3 \text{ см}$ . Найдите изменение  $\Delta N$  силы натяжения нити, удерживающей шар. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .



$$N \approx \frac{m \rho (g + \Delta g) S}{4 \rho S} = N \Delta$$

Задача 9. (Всеросс., 2003, финал, 10) Водород находится в стальном сферическом контейнере высокого давления («бомбе»). Плотность стали  $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , предел прочности  $\sigma = 5 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$ . Водород из контейнера заполняет лёгкую растяжимую оболочку воздушного шара при неизменной температуре  $T = 300 \text{ К}$ . Может ли этот воздушный шар поднять сферический контейнер, в котором водород находился ранее?

Универсальная газовая постоянная  $R = 8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$ , молярную массу воздуха примите равной  $29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .

При расчёте весом водорода и оболочки шара можно пренебречь.

$$\frac{m}{V} \approx \frac{3 \rho R T}{2 \sigma R} = \frac{m}{V}$$