

масса невелика по сравнению с массой жидкости, да и удельные теплоемкости у металлов существенно меньше, чем у воды (и вообще, эта теплоемкость в условии не задана и вычислить ее мы не можем...). Количество теплоты, передаваемое через перегородку за единицу времени, как известно, пропорционально площади контакта и разности температур с двух сторон перегородки. Площади контакта каждой пары жидкостей в нашем случае одинаковы, поэтому можно записать, что от супа к компоту передается количество теплоты

$$Q_1 = k(65^\circ - 35^\circ),$$

от супа к квасу –

$$Q_2 = k(65^\circ - 20^\circ),$$

от компота к квасу –

$$Q_3 = k(35^\circ - 20^\circ)$$

(здесь  $k$  – постоянный коэффициент пропорциональности). Тогда суп потерял

$$Q_1 + Q_2 = k \cdot 75^\circ,$$

компот приобрел

$$Q_1 - Q_3 = k \cdot 15^\circ,$$

квас приобрел

$$Q_2 + Q_3 = k \cdot 60^\circ.$$

Учитывая двойную массу супа и сравнивая полученные энергии с отданной, найдем приращение температуры компота:

$$\Delta t_2 = \frac{\Delta t_1 \cdot 15 \cdot 2}{75} = 0,4^\circ \text{C}$$

и приращение температуры кваса:

$$\Delta t_3 = \frac{\Delta t_1 \cdot 60 \cdot 2}{75} = 1,6^\circ \text{C},$$

где  $\Delta t_1 = 1^\circ \text{C}$  – уменьшение температуры супа.

Можно провести расчет и поточнее – все же в процессе передачи тепла менялись температуры и, главное, разности температур жидкостей, но поправки получатся не очень существенными – во всяком случае, их неучет меньше влияет на результат, чем сделанные нами упрощения модели теплопередачи.

*А.Компотов*

**Ф1722.** В закрытом сосуде кроме воздуха содержится некоторое количество воды. Температура внутри сосуда поддерживается равной  $+100^\circ \text{C}$ . Начальный объем сосуда 10 л, жидкость при этом занимает очень небольшую часть объема сосуда, а давление составляет ровно 2 атм. При увеличении объема сосуда до 20 л давление в нем упало до 1,4 атм. Считая эти значения точными, найдите массу воздуха в сосуде. А сколько молекул воды содержится в сосуде?

Давление насыщенных паров воды при указанной температуре составляет 1 атм, тогда парциальное давление воздуха также получается равным 1 атм. Это дает возможность найти массу воздуха в сосуде (молярную массу воздуха примем, как обычно, равной  $M_v = 29 \text{ г/моль}$ ):

$$m_v = \frac{M_v p_v V}{RT} = 9,4 \text{ г}.$$

После увеличения объема сосуда в два раза парциальное давление воздуха снизится в два раза и составит 0,5 атм; следовательно, давление водяных паров окажется

равным

$$p_n = 1,4 \text{ атм} - 0,5 \text{ атм} = 0,9 \text{ атм}.$$

Это меньше давления насыщенных паров при  $+100^\circ \text{C}$ ; значит, испарилась вся вода. Тогда количество молекул воды (водяного пара) в сосуде равно

$$N = \frac{N_A p_n \cdot 2V}{RT} = 3,5 \cdot 10^{23},$$

где  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ .

*З.Рафаилов*

**Ф1723.** Высокий вертикальный сосуд содержит небольшое количество гелия под поршнем массой  $M$ , на который поставлена гиря массой  $49M$ . В состоянии равновесия поршень «висит» над дном сосуда на высоте  $h$ . Гирю снимают с поршня, и он начинает движение вверх. Оцените максимальную высоту подъема поршня. На какой высоте над дном сосуда поршень в конце концов остановится? Считайте при расчете, что трения в системе нет, стенки и поршень совершенно не проводят тепло, а теплоемкость стенок и поршня сосуда очень мала.

Газ совершает работу по подъему поршня за счет своей внутренней энергии – температура газа падает. Если объем газа увеличивается во много раз (а в нашем случае, похоже, так и есть), то он отдает практически всю свою энергию. Воспользуемся этим для оценки максимальной высоты подъема поршня. Запишем уравнение равновесия поршня в начальном состоянии и «энергетическое» уравнение:

$$\frac{50Mg}{S} Sh = \nu RT_0,$$

$$Mg(H - h) = 1,5\nu RT_0,$$

откуда получаем максимальную высоту подъема поршня:

$$H = 76h.$$

Найдем теперь высоту  $H_1$ , на которой поршень окончательно остановится. Для этого запишем уравнения равновесия в начальном и в конечном состояниях и уравнение энергетического баланса (пусть  $T_1$  – конечная температура):

$$\frac{50Mg}{S} Sh = \nu RT_0, \quad \frac{Mg}{S} SH_1 = \nu RT_1,$$

$$Mg(H_1 - h) = 1,5\nu R(T_0 - T_1).$$

Отсюда находим

$$H_1 = 30,4h.$$

*А.Повторов*

**Ф1724.** Конденсаторы, емкости которых  $C$ ,  $2C$  и  $3C$ , соединены друг с другом, как показано на рисунке. Конденсатор емкостью  $2C$  заряжен до напряжения  $U_0$ , остальные два не заряжены. К свободным выводам конденсаторов одновременно подключают резисторы сопротивлением  $R$ ,  $2R$  и  $3R$ . Какое количество теплоты выделится за большое время на каждом из этих резисторов?

В начальный момент разность потенциалов между выводами резистора  $2R$  (для краткости в решении будем