

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