

Для коэффициента трения получим

$$\mu \geq \frac{0,5F - 0,1Mg}{1,5F + 1,3Mg}.$$

При малых значениях силы  $F$  в числителе следует поменять знак. Простой анализ показывает (но это и так ясно), что максимальное требуемое значение для  $\mu$  получается при очень больших значениях силы  $F$  – в таком случае коэффициент трения должен превышать  $1/3$ .

*З.Рафаилов*

**Ф1714.** *Внутри большого теплоизолированного сосуда находится 32 г кислорода, температура сосуда и кислорода 300К, манометр показывает давление 1 атм. Еще внутри сосуда находится очень легкая капсула, содержащая 1 г гелия при температуре 500 К. Капсула лопается, и гелий выходит из нее в сосуд. Как будут меняться со временем показания манометра? Теплоемкость большого сосуда составляет 1000 Дж/К.*

Сразу после того, как капсула лопнет, произойдет кратковременный скачок давления, связанный с «акустическим ударом», но в силу своей инерционности манометр на него может среагировать довольно слабо. После затухания упругих волн (это происходит быстро) газы перемешиваются, и на некоторое время устанавливается температура, определяемая тепловым балансом без учета теплоемкости сосуда. Эту температуру и соответствующее давление мы найдем с учетом того, что двухатомного кислорода в сосуде 1 моль и его теплоемкость составляет  $C_1 = 1 \text{ моль} \cdot 2,5R \approx 20,8 \text{ Дж/К}$ , а одноатомного гелия 0,25 моль и его теплоемкость равна  $C_2 = 0,25 \text{ моль} \cdot 1,5R \approx 3,1 \text{ Дж/К}$ . Из равенства

$$(C_1 + C_2)T = C_1T_1 + C_2T_2$$

найдем результирующую температуру:

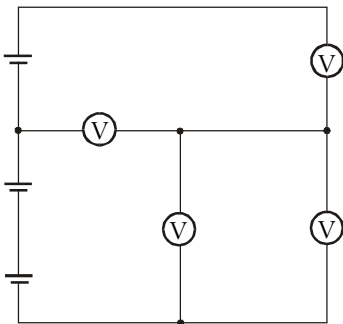
$$T \approx 330 \text{ К}.$$

Давление возрастет как за счет увеличения температуры от 300 до 330 К, так и за счет увеличения количества газа от 1 до 1,25 моль, т.е. увеличится примерно в 1,4 раза и будет чуть меньше 1,4 атм.

По мере выравнивания температур, с учетом большой теплоемкости сосуда, температура практически снизится до первоначальной, а избыток давления будет связан только с увеличившимся количеством газа – показания манометра плавно снизятся до 1,25 атм.

*А.Теплов*

**Ф1715.** *Собрана схема из трех одинаковых батареек по 9 В и четырех одинаковых вольтметров (см. рисунок). Найдите показания приборов.*



Пусть нижние вольтметры покажут  $U$ , тогда показание верхнего вольтметра составит  $(3U_0 - U)$ , где  $U_0 = 9 \text{ В}$ , а показание среднего вольтметра будет  $(2U_0 - U)$ . Полярность показаний вполне очевидна – стоит только мысленно разорвать цепь между точкой соединения

всех вольтметров и батареек. Вольтметры одинаковые, значит, токи через них пропорциональны их напряжениям и сумма токов (или напряжений) нижних вольтметров равна сумме токов (напряжений) верхнего и среднего приборов:

$$U + U = (3U_0 - U) + (2U_0 - U),$$

откуда

$$U = 11,25 \text{ В}.$$

Таким образом, нижние вольтметры показывают по 11,25 В, показание верхнего вольтметра 15,75 В, а среднего 6,75 В.

*А.Повторов*

**Ф1716.** *Две одинаковые катушки индуктивности расположены недалеко друг от друга. Одна из них подключена к источнику синусоидального переменного напряжения последовательно с амперметром, к концам другой катушки подключен второй амперметр. Амперметры показывают 1 А и 0,2 А (угадайте сами, какой из них показывает 1 А, а какой 0,2 А). Один из амперметров отключают (при отключении амперметра цепь разрывается). Что покажет после этого оставшийся амперметр? Катушки, приборы и источники можно считать идеальными. Сопротивление проводов пренебрежимо мало.*

Ясно, что больший ток течет через амперметр, подключенный к источнику переменного напряжения. Ток через неподключенную вторую катушку связан с наличием магнитного потока первой катушки, пронизывающего вторую. Ток этой катушки тоже создает магнитный поток, пронизывающий первую катушку, и влияет на ток в ее цепи. В цепи второй катушки нет активного сопротивления – по условию задачи элементы цепи можно считать идеальными, – это означает, что ее собственный магнитный поток  $LI_2$  (здесь  $L$  – индуктивность катушки) должен полностью уравновесить магнитный поток  $\Phi$  от первой катушки:

$$LI_2 - \Phi = 0.$$

Ток второй катушки меньше, он создает в первой катушке поток, равный  $\Phi(I_2/I_1)$ . Полный магнитный поток через первую катушку составит

$$LI_1 - \Phi(I_2/I_1).$$

Производная от этой величины равна по модулю напряжению источника.

Теперь ответы. Если разорвать цепь первой катушки, то оба тока упадут до нуля. Если же разорвать цепь второй катушки, то пропадет добавочный магнитный поток, пронизывающий первую катушку, и для тока  $I$  в этой катушке можно записать

$$LI = LI_1 - \Phi \frac{I_2}{I_1},$$

откуда

$$I = I_1 - \frac{\Phi}{L} \frac{I_2}{I_1} = I_1 \left( 1 - \left( \frac{I_2}{I_1} \right)^2 \right) = 0,96 \text{ А}.$$

*Р.Александров*