

Рис. 9

пендикулярно ей (рис.9). Рассмотрим силы, действующие на нижний брусок. Это сила тяжести  $M\vec{g}$ , сила реакции  $\vec{N}$ , сила натяжения нити  $\vec{T}$ , сила давления со стороны верхнего

бруска  $\vec{f}$  и сила трения  $\vec{F}_{тр}$ , действующая со стороны верхнего бруска. Уравнение движения бруска по оси  $X$  имеет вид

$$Ma = Mg \sin \alpha - T - F_{тр}.$$

Вдоль оси  $Y$  сумма всех сил, действующих на нижний брусок, равна нулю. Следовательно,

$$N = Mg \cos \alpha + f.$$

В силу того, что трос нерастяжим, верхний брусок движется с тем же ускорением вверх по наклонной плоскости под действием силы тяжести  $m\vec{g}$ , силы реакции  $\vec{N}_1$ , силы натяжения  $\vec{T}_1$  ( $T_1 = T$ ) и силы трения со стороны нижнего бруска  $\vec{F}_{тр1}$ . Уравнение движения для него по оси  $X$  имеет вид

$$ma = T - F_{тр2} - mg \sin \alpha,$$

а по оси  $Y$  –

$$N_1 = mg \cos \alpha = f.$$

Кроме того,

$$F_{тр1} = F_{тр} = \mu mg \cos \alpha.$$

Поскольку система двух брусков покоится, их ускорения равны нулю, и система написанных уравнений примет вид

$$\begin{cases} Mg \sin \alpha - T - \mu mg \cos \alpha = 0, \\ -mg \sin \alpha + T - \mu mg \cos \alpha = 0. \end{cases}$$

Решая систему полученных уравнений, для искомого коэффициента трения  $\mu$  получаем

$$\mu = \frac{M - m}{2m} \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

2. Очевидно, что при движении «тройника» с ускорением  $a$  вправо вода будет выливаться из левой трубки. Уровни

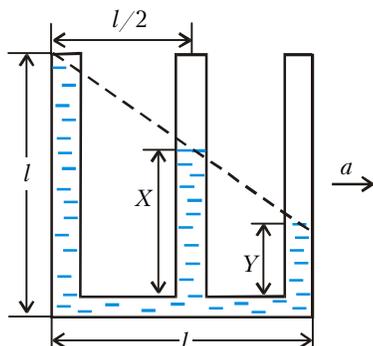


Рис. 10

воды, оставшейся в средней и правой трубках, обозначим через  $X$  и  $Y$  (рис.10). Из условия задачи следует, что  $l - X + l - Y = 9/32 \cdot 4l$ .

Следовательно,  $X + Y = 7/8l$ . (1)

Давление жидкости у дна левой трубки равно

$$p_1 = p_a + \rho g l,$$

где  $p_a$  – атмосферное давление. Давление у

дна средней трубки равно

$$p_2 = p_a + \rho g X$$

и у дна правой трубки –

$$p_3 = p_a + \rho g Y.$$

Запишем уравнение движения горизонтальной части жидкости, заключенной между левой и правой трубками:

$$\rho g l S - \rho g Y S = \rho l S a. \quad (2)$$

Для горизонтальной части жидкости, заключенной между средней и правой трубками, уравнение движения имеет вид

$$\rho g X S - \rho g Y S = \rho l S a / 2. \quad (3)$$

Совместное решение уравнений (1), (2), (3) дает искомое ускорение:

$$a = 3/4 g.$$

3. Пусть температура гелия на диаграмме  $p$ - $V$  в точке 1 равна  $T_1$ . Так как точки 2 и 3 лежат на изотерме,  $T_2 = T_3$ . Точка 1 лежит «выше» точек 2 и 3. Следовательно,  $\Delta T = T_1 - T_2$ . Запишем уравнение первого начала термодинамики для адиабатического процесса 1–2:

$$0 = A_{12} - C_V \Delta T \quad \left( C_V = \frac{3}{2} R \right). \quad (1)$$

Соответствующее уравнение для изотермы (участок 2–3):

$$Q_{23} = A_{23}. \quad (2)$$

Наконец, для изобары 3–2 имеем

$$R \Delta T = A_{31}. \quad (3)$$

В силу того, что работа газа в замкнутом цикле равна  $A$ :

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31},$$

из уравнений (1), (2), (3) получим

$$A_{23} = A - 5/2 R \Delta T.$$

4. Сразу после замыкания ключа  $K_2$  ток через катушку индуктивности сохраняется и равен  $I_0$ . Напряжение на конденсаторе сразу после замыкания ключа  $K_2$  равно нулю. Обозначим ток, протекающий по резистору  $R_1$ , через  $I_1$ , а по резистору  $R_2$  через  $I_2$  (рис.11). Согласно первому закону Кирхгофа,

$$I_2 = I_0 + I_1.$$

Запишем закон Ома для замкнутой цепи 3–4–5–6–3:

$$\mathcal{E} = +I_1 R_1 + I_2 R_2.$$

Из совместного решения приведенных уравнений находим

$$I_1 = (\mathcal{E} - I_0 R_2) / (R_1 + R_2).$$

Для определения напряжения на катушке индуктивности запишем закон Ома для замкнутой цепи 1–2–3–4–1:

$$\mathcal{E} = U_L - I_1 R_1.$$

Отсюда

$$U_L = \frac{\mathcal{E}(2R_1 + R_2) - I_0 R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

В установившемся режиме напряжение на катушке равно нулю, ток через резистор  $R_2$  равен нулю. Рассмотрим контур 1–2–3–6–5–4–1 и найдем

$$U_C = 2\mathcal{E}.$$

5. Через оптический центр линзы проведем вспомогательный луч  $OC$  параллельно лучу  $AB$  (рис.12). Преломленный луч  $BC$  пересекается с лучом  $OC$  в точке  $C$ , принадлежащей фокальной плоскости линзы. Продолжим луч  $BC$  влево до пересечения с главной оптической осью линзы в точке  $A^*$ . Угол  $CA^*O$  является половиной искомого

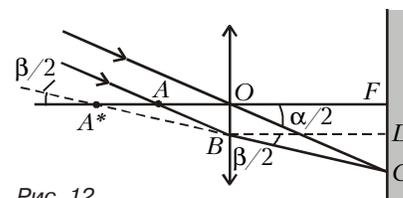


Рис. 12