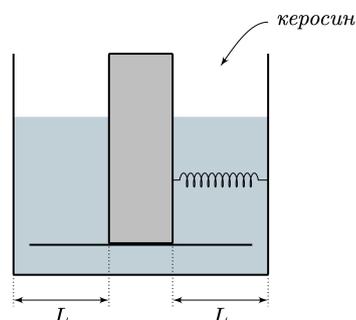


## Олимпиада им. Дж. К. Максвелла

8 класс, заключительный этап, 2022/23 год

ЗАДАЧА 1. Вблизи дна сосуда прямоугольного сечения, заполненного водой, имеется плоская, неподвижно закреплённая горизонтальная «полка». Слева, справа и под «полкой» есть свободное пространство для перетекания воды. На «полке» стоит тяжёлый прямоугольный поршень, присоединённый лёгкой горизонтальной пружиной к правой стенке (см. рис.). В начальном положении поршень расположен на расстоянии  $L$  от обеих стенок, а пружина не растянута. Когда в пространство между правой стенкой и поршнем налили керосин массой  $m$ , поршень сдвинулся на  $L/3$  влево.

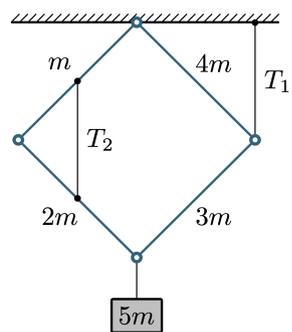


1. Какую массу  $m_1$  керосина надо было налить, чтобы поршень сдвинулся на  $L/2$  относительно своего начального положения?
2. На какое расстояние  $l$  сдвинулся бы поршень относительно начального положения, если бы масса налитого керосина была равна  $3m$ ?

Между поршнем и «полкой», а также между поршнем, передней и задней стенками сосуда жидкости не протекают. Керосин под «полку» и через верхний край поршня не перетекает, а жидкости из сосуда не выливаются. Стенки сосуда вертикальны. Трения в системе нет. Объёмом пружины пренебречь.

$$T = \rho \cdot \omega \cdot g \cdot l \approx \omega \cdot \frac{\rho}{\rho_{\text{water}}} \cdot \Lambda \cdot \frac{g}{6} = \rho \cdot \omega \cdot l \quad (1)$$

ЗАДАЧА 2. Четыре тонких однородных стержня постоянного сечения, имеющих разные массы  $m$ ,  $2m$ ,  $3m$  и  $4m$ , но равные длины, соединили шарнирно и получили конструкцию, представленную на рисунке (массы соответствующих стержней указаны рядом с ними). К нижней части конструкции подвесили груз массой  $5m$ . Двумя нитями соединили середины левых стержней между собой, а также правый угол конструкции с потолком. Конструкция находится в равновесии, нити вертикальны.

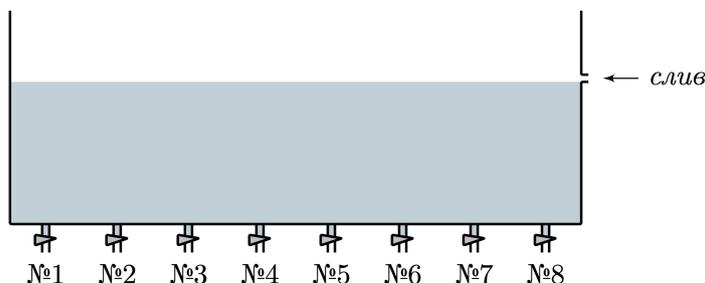


1. Определите силы натяжения правой и левой нитей  $T_1$  и  $T_2$  соответственно.
2. С какой силой  $F$  потолок действует на конструкцию в точке крепления верхнего шарнира?

Трение в системе отсутствует. Массой шарниров и нитей можно пренебречь.

$$F = 13mg \quad (1)$$

ЗАДАЧА 3. Экспериментатор Глюк соорудил в дачном домике для своих рыбок проточный аквариум. Для заполнения аквариума он может использовать восемь кранов, которые имеют номера — от 1 до 8. На определённом уровне в стенке аквариума оборудован слив лишней воды (см. рис.). Каждый открытый кран даёт одинаковый объём воды в единицу времени, причём вода из  $k$ -го крана имеет температуру  $T_k = k \cdot 5^\circ\text{C}$ . Оказалось, что если открыть только кран №2, то в аквариуме установится температура  $t_2 = 15^\circ\text{C}$ . Если открыть только кран №8, то установится температура  $t_8 = 35^\circ\text{C}$ .

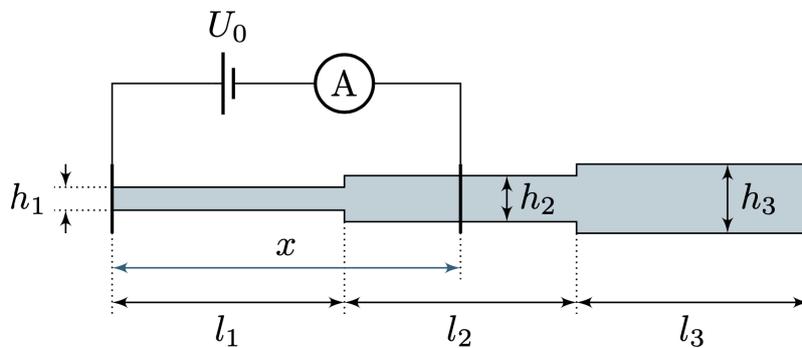


1. Определите температуру  $t_0$  в дачном домике.
2. Какая температура  $t$  установится в аквариуме, если открыть сразу все краны?
3. Какие три крана нужно открыть при закрытых оставшихся, чтобы в установившемся режиме получить температуру воды, наиболее близкую к оптимальной  $t_{\text{опт}} = 29^\circ\text{C}$ . Рассмотрите все возможные варианты. Ответ обоснуйте.
4. Как изменится ответ п. 3, если температуру воздуха в домике понизить на  $\Delta t = 6^\circ\text{C}$ ?

Мощность теплоотдачи от воды в аквариуме в окружающую среду прямо пропорциональна разности температур воды и окружающей среды. Считайте, что вода в аквариуме быстро перемешивается, а отверстие слива достаточно широкое.

$$t_0 = 25^\circ\text{C}; \quad t = \frac{t_0 + 2(T_1 + \dots + T_8)}{8} \approx 22,6^\circ\text{C}; \quad (3; 8); (3; 7); (3; 6); (4; 8); (4; 7); (4; 6); (5; 8); (5; 7); (5; 6); (6; 8); (6; 7); (6; 6); (7; 8); (7; 7); (7; 6); (8; 8); (8; 7); (8; 6); (8; 5); (8; 4); (8; 3); (8; 2); (8; 1); (7; 8); (7; 7); (7; 6); (7; 5); (7; 4); (7; 3); (7; 2); (7; 1); (6; 8); (6; 7); (6; 6); (6; 5); (6; 4); (6; 3); (6; 2); (6; 1); (5; 8); (5; 7); (5; 6); (5; 5); (5; 4); (5; 3); (5; 2); (5; 1); (4; 8); (4; 7); (4; 6); (4; 5); (4; 4); (4; 3); (4; 2); (4; 1); (3; 8); (3; 7); (3; 6); (3; 5); (3; 4); (3; 3); (3; 2); (3; 1); (2; 8); (2; 7); (2; 6); (2; 5); (2; 4); (2; 3); (2; 2); (2; 1); (1; 8); (1; 7); (1; 6); (1; 5); (1; 4); (1; 3); (1; 2); (1; 1)$$

ЗАДАЧА 4. Экспериментатор Глюк исследовал проводник необычной формы — кусок нихромовой ленты постоянной толщины  $d$ , из которого вырезана фигура, изображённая на рисунке. Для этого он взял соединённые последовательно амперметр и идеальную батарейку с напряжением  $U_0 = 1,5$  В. Один контакт получившейся системы он подключил к левому краю фигуры, второй контакт — на расстоянии  $x$  от первого контакта и стал снимать зависимость показаний амперметра  $I$  от  $x$ , занося результаты измерений в таблицу.



$x$ , см	20	60	100	140	180	220	260
$I$ , мА	818	455	315	241	204	182	167
$x$ , см	300	340	380	420	460	500	
$I$ , мА	150	138	130	124	119	114	

Со временем Глюк забыл все размеры фигуры, кроме  $h_3 = 8$  мм. Определите значения  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$ ,  $h_1$ ,  $h_2$  и  $d$ , если известно, что последнее измерение экспериментатор проводил, подключив второй контакт к правому краю фигуры ( $x_{\max} = l_1 + l_2 + l_3$ ). Удельное сопротивление нихрома  $\rho = 1,1 \cdot 10^{-6}$  Ом·м. При решении задачи можно считать, что  $d \ll l_j$ ,  $h_i \ll l_j$  (для любых  $i$  и  $j$ ). Погрешности значений искомых величин оценивать не требуется.

$$l_1 \approx 155 \text{ см}, l_2 \approx 195 \text{ см}, l_3 \approx 150 \text{ см}, d \approx 0,1 \text{ мм}, h_1 \approx 3 \text{ мм}, h_2 \approx 5 \text{ мм}$$