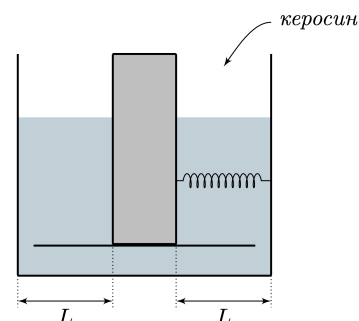


Олимпиада им. Дж. К. Максвелла

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.

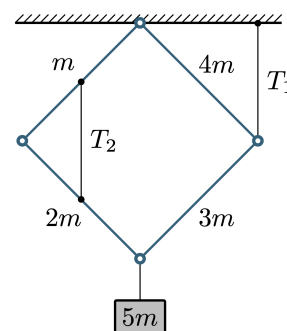


1. Какую массу m_1 керосина надо было налить, чтобы поршень сдвинулся на $L/2$ относительно своего начального положения?
2. На какое расстояние l сдвинулся бы поршень относительно начального положения, если бы масса налитого керосина была равна $3m$?

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.

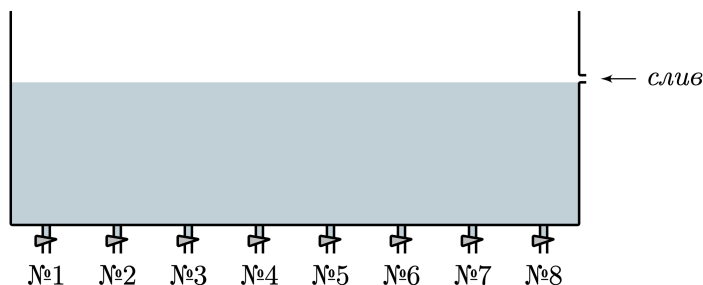


1. Определите силы натяжения правой и левой нитей T_1 и T_2 соответственно.
2. С какой силой F потолок действует на конструкцию в точке крепления верхнего шарнира?

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

$$F = \rho \cdot \omega \cdot g \cdot l = \rho \cdot \omega \cdot g \cdot l = \rho \cdot \omega \cdot l \quad (1)$$

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 $t_8 = 35^\circ\text{C}$.

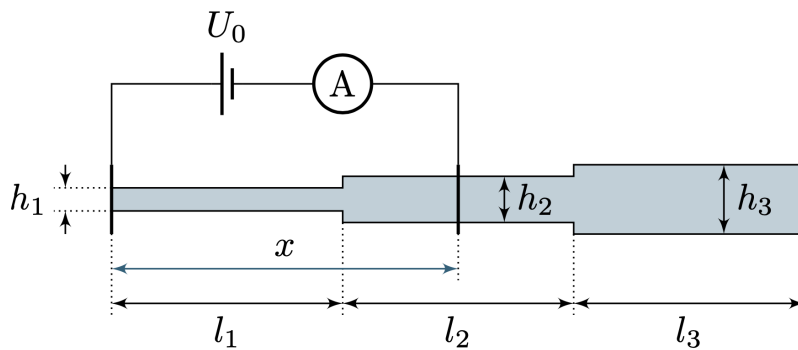


1. Определите температуру t_0 в дачном домике.
2. Какая температура t установится в аквариуме, если открыть сразу все краны?
3. Какие три крана нужно открыть при закрытых оставшихся, чтобы в установившемся режиме получить температуру воды, наиболее близкую к оптимальной $t_{\text{опт}} = 29^\circ\text{C}$. 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.

$$t_0 = 25^\circ\text{C}; \quad 2) \quad t = \frac{t_0 + 2(T_1 + \dots + T_8)}{8} \approx 22,6^\circ\text{C}; \quad 3) \quad (8; 7; 3) \quad \text{или} \quad (8; 6; 4) \quad \text{или} \quad (7; 6; 5); \quad 4) \quad 28,4^\circ\text{C}$$

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.

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