

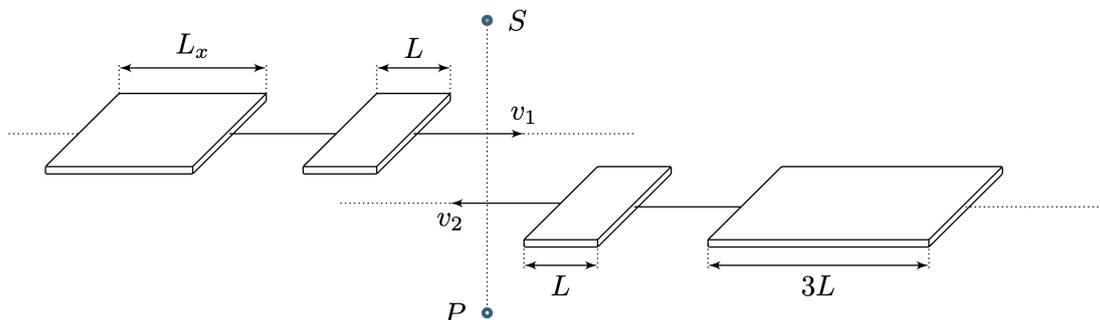
Олимпиада им. Дж. К. Максвелла

7 класс, заключительный этап, 2021/22 год

ЗАДАЧА 1. Связанные препятствия. Между источником сигнала S и приёмником P перпендикулярно прямой, соединяющей их, движутся навстречу друг другу с постоянными скоростями две пары связанных тонкой нитью пластин. Если сигнал по пути от источника к приёмнику проходит через одну из пластин, приёмник зажигает на дисплее жёлтую лампочку, если через обе — красную. В момент прохождения пластин мимо источника сначала на $t_1 = 1$ с на дисплее зажглась красная лампочка, затем $t_2 = 2$ с горела жёлтая, а потом в течение $t_3 = 6$ с — опять красная. Ни до, ни после этого лампочки не загорались. Известно, что первые пластины и справа и слева имеют длину $L = 30$ см, вторая пластина справа — длину $3L$. Считайте, что сигнал от источника к приёмнику передаётся мгновенно.

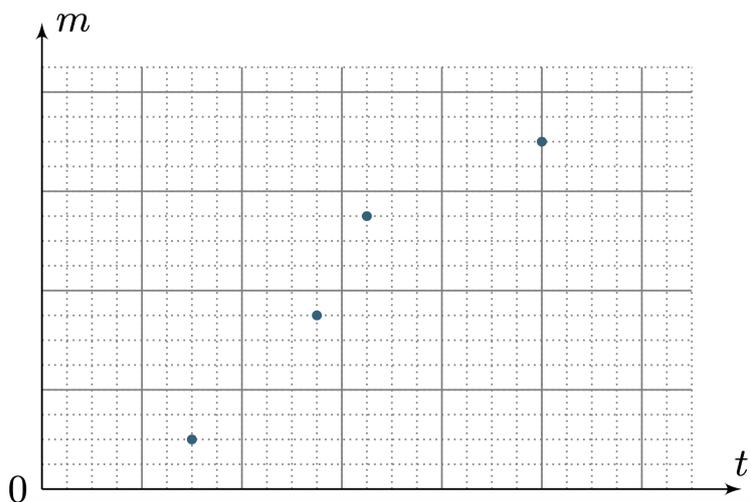
1. Определите длину L_x второй пластины слева, а также длины соединяющих пластины нитей (l_1 — левой и l_2 — правой).
2. Найдите скорости движения левых (v_1) и правых (v_2) пластин.

Обратите внимание! На рисунке приведено схематичное изображение, которое может не соответствовать пропорциям из условия.



$c/\text{мс} \text{ } \varrho \text{ } 1 = \frac{\varrho_2}{T^3} = \varrho_2 \text{ } c/\text{мс} \text{ } 0\varrho = \frac{l_2}{T} = \text{ } 1_2 \text{ } (2) \text{ } \text{см}; \text{ } 1\varrho = 2/T = \varrho_1 \text{ } \text{см}, \text{ } l_2 = 30 \text{ см}, \text{ } 0\varrho = T = l_1 \text{ } 210 \text{ см}, \text{ } 1\varrho = 7L = \text{ } 210 \text{ см} \text{ } (1)$

Задача 2. Секретный продукт. При производстве суперсекретного продукта в заводских условиях в тару заливают три различных ингредиента: сначала «красный», затем «зелёный» и, наконец, «синий» (настоящие названия засекречены). Все ингредиенты заливаются с одинаковым постоянным объёмным расходом. Сотрудники предприятия построили график зависимости массы продукта от времени в процессе производства. Но в целях соблюдения секретности график был стёрт сотрудниками службы безопасности вместе с единицами измерений по осям. В то же время на нём всё ещё можно увидеть 4 точки, одна из которых соответствует моменту полной готовности продукта. Из сведений, полученных по различным каналам, также известно, что плотности каких-то двух ингредиентов равны ρ и 2ρ .

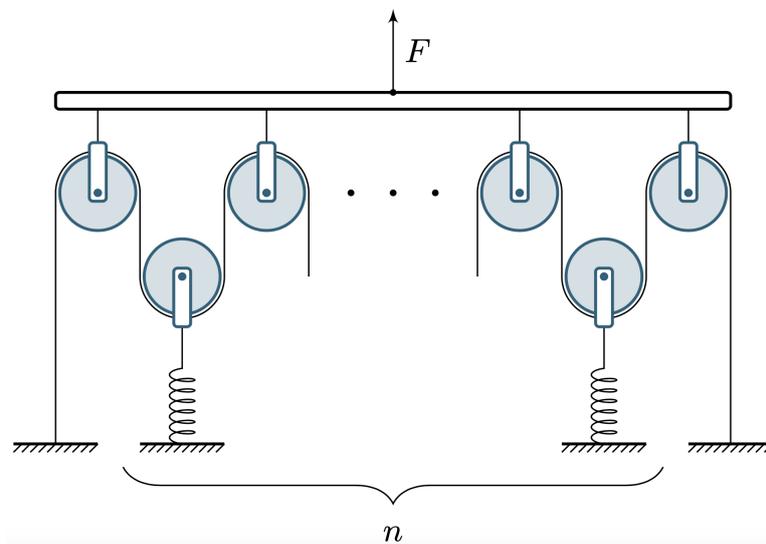


1. Определите плотности «красного», «зелёного» и «синего» ингредиентов.
2. Восстановите утраченный график.
3. Найдите плотность готового продукта.
4. Какую долю от общего объёма составляют объёмы каждого из ингредиентов?

Примечание: объёмным расходом называется величина $\mu = \frac{\Delta V}{\Delta t}$, где ΔV — объём ингредиента, заливаемого в тару за время Δt .

$$\frac{01}{3} = \frac{A}{2A}, \frac{7}{1} = \frac{A}{A}, \frac{02}{6} = \frac{A}{A} \quad (7; 2; 1 = 12; 1 = 2; d = 2; d = 2; d = 2) \quad (1)$$

ЗАДАЧА 3. **Неодинаковые пружины.** Длинную лёгкую пружину жёсткостью k разрезали на n частей (не обязательно одинаковых). Из получившихся пружин, лёгких нерастяжимых нитей, лёгких гладких блоков и лёгкой планки собрали конструкцию, изображённую на рисунке.



1. Найдите силу натяжения нити T , перекинутой через блоки, если к планке приложена сила F .
2. Определите, в каком диапазоне может меняться значение эффективной жёсткости $k_{\text{экв}}$ полученной конструкции на растяжение при заданном n .

При движении планка не вращается.

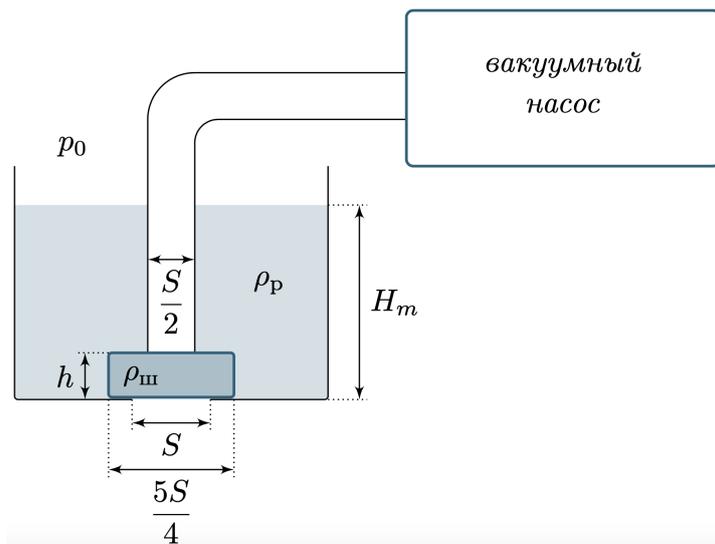
Примечание: эффективной жёсткостью называется величина $k_{\text{экв}} = \frac{F}{\Delta x}$, где F — сила, приложенная к планке, Δx — смещение планки относительно начального положения.

$$k_{\text{экв}}(1 + u) = \frac{k}{n} \left(\frac{1+u}{2} \right) = J(1 + u)$$

ЗАДАЧА 4. Пневматическая заглушка. Отверстие площадью S в дне стакана плотно закрыто цилиндрической шайбой (см. рис.). Площадь шайбы $5S/4$, толщина h , плотность $\rho_{\text{ш}}$. В месте соприкосновения шайбы с дном воздух под неё не проникает. Сверху к шайбе прикреплен тонкостенный легкий шланг с площадью сечения $S/2$, соединённый с вакуумным насосом. Атмосферное давление p_0 .

1. При какой максимальной толщине шайбы она сможет оторваться от дна стакана при полном удалении воздуха из шланга?

В стакан с закрытым отверстием наливают ртуть плотностью $\rho_{\text{р}}$. Обозначим H_m максимальный уровень ртути, при котором её ещё можно слить из сосуда, полностью откачав воздух из шланга.



2. Нарисуйте качественный график зависимости H_m от h , обозначив на нём характерные значения физических величин.

$$\frac{\delta^m \sigma_c}{\sigma d} > \gamma \quad (1)$$