

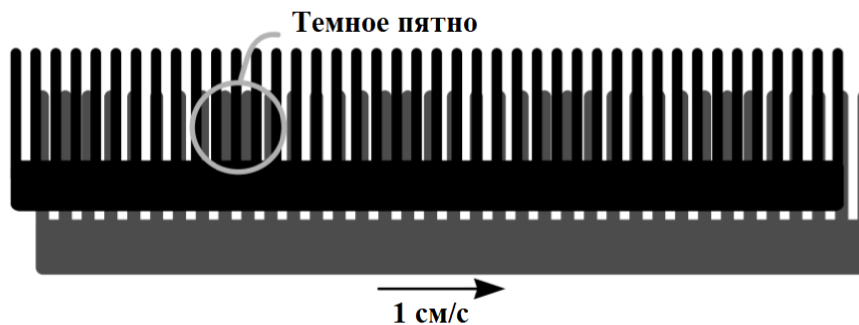
Олимпиада «Курчатов» по физике

7 класс, 2021 год

1. В высоком цилиндрическом сосуде с площадью дна $S = 120 \text{ см}^2$ находятся две несмешивающиеся жидкости с плотностями $\rho_1 = 1360 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 880 \text{ кг/м}^3$. Внутрь сосуда помещают кубический блок объемом $V = 400 \text{ см}^3$ и плотностью $\rho_k = 1100 \text{ кг/м}^3$. Блок полностью находится внутри жидкости и не касается дна сосуда. На сколько изменится высота разделяющей поверхности двух жидкостей после помещения блока внутрь емкости?

$$\Delta h = \frac{(\rho_1 - \rho_2) S}{(\rho_1 - \rho_2) A} = \Delta h$$

2. Муаровый узор возникает при наложении двух периодических структур с близким периодами так, что повторяющиеся элементы то накладываются друг на друга, то образуют промежутки. Рассмотрим в качестве периодических структур две расчески, изображенные на рисунке. Расчески имеют слегка отличающиеся расстояния между зубцами, нижняя расческа движется со скоростью $v = 1 \text{ см/с}$ вправо относительно верхней. С какой скоростью и в каком направлении движутся темные пятна, изображенные на рисунке?

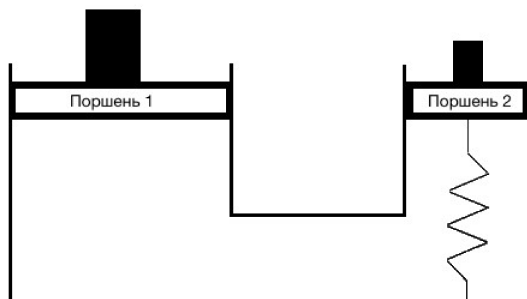


$$v = 1 \text{ см/с}$$

3. Локомотив приближается к вокзалу с постоянной скоростью, двигаясь по линейному участку пути. Машинист дает свисток в течение фиксированного промежутка времени $t_0 = 10 \text{ с}$, но диспетчер вокзала, ожидающий поезд, измеряет время доносящегося до него свиста как $t_1 = 9 \text{ с}$. Найдите скорость поезда v . Скорость звука в воздухе $c = 340 \text{ м/с}$.

$$v = c \frac{t_0}{t_1 - t_0} = v$$

4. Два сообщающихся сосуда, заполненных жидкостью, закрыты подвижными невесомыми поршнями, к одному из которых прикреплена невесомая пружина с коэффициентом жесткости $k = 100 \text{ Н/м}$. В начальный момент времени на поршнях помещены гири, причем масса гири 1 в четыре раза больше массы гири 2. Площадь поршня 1 равна $S_1 = 100 \text{ см}^2$. Пружина при этом не растянута, а поршни находятся на одном уровне. Плотность жидкости равна $\rho = 0,5 \text{ г/см}^3$. На рисунке изображено начальное состояние системы.



Затем на поршень 1 дополнительно ставят гирю массы $m = 500 \text{ г}$. Найдите возникающее при этом удлинение пружины. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

$$\Delta x \approx \frac{\rho S_1 \delta z + \tau S \delta \delta z}{k} = \tau \Delta$$

5. В тазу с водой плавает свеча, имеющая форму прямоугольного параллелепипеда с квадратным основанием. Высота свечи $l_0 = 10 \text{ см}$, длина стороны основания $a = 2 \text{ см}$. Плотность материала свечи равна $\rho_c = 0,45 \text{ г/см}^3$. К центру нижнего основания свечи прикреплена невесомая упругая резинка с коэффициентом упругости $k = 100 \text{ Н/м}$. В начальный момент времени резинка не растянута и имеет длину $L = 16 \text{ см}$. Плотность воды равна $\rho_v = 1 \text{ г/см}^3$, высота уровня воды равна $H = 20 \text{ см}$. Свечу поджигают, и она начинает равномерно и медленно гореть, так что высота свечи уменьшается на 1 см в 1 минуту . Ускорение свободного падения считать равным $g = 10 \text{ м/с}^2$. Найдите момент времени, когда резинка начнет натягиваться. Найдите момент времени, когда прекратится горение свечи.

$$t_1 \approx \frac{(\rho_c + \rho_v) a^2 l_0 - \rho_c a^2 l_0}{k} = \tau_1$$

$$t_2 = \frac{\rho_c a^2}{k} \left(H - l_0 + \frac{a^2}{2} \right) = \tau_2$$