

## Олимпиада «Курчатов» по физике

7 класс, 2023 год

1. Юный зоолог Вероника проводит серию экспериментов с кузнечиком. Она помещает его на дорожку с нанесёнными на неё делениями разметки и измеряет среднюю скорость его движения за определённый промежуток времени, одинаковый для всех экспериментов. Кузнечик умеет делать длинные прыжки, перемещаясь на два деления за один прыжок, и короткие прыжки, перемещаясь за один прыжок всего на одно деление. В любом случае кузнечик тратит на прыжок одну секунду.

В первом эксперименте кузнечик совершил некоторое количество длинных и коротких прыжков, при этом средняя скорость его движения оказывается равной  $5/4$  делений в секунду. Во втором эксперименте кузнечик совершил столько длинных прыжков, сколько коротких прыжков он совершил в первом эксперименте, при этом средняя скорость его продвижения оказывается равной  $7/4$  делений в секунду. Какой окажется его средняя скорость в третьем эксперименте, если в нём он совершил в два раза меньше коротких прыжков, чем в первом эксперименте? Ответ округлите до тысячных.

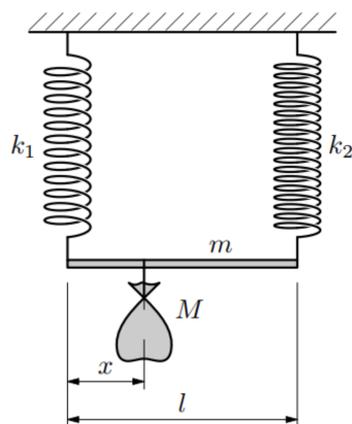
с/тгѳ гзг'т = εа

2. Алексей, стоя неподвижно на эскалаторе, поднимается на перрон. Проехав таким образом половину пути, он понял, что перепутал номер платформы. Он решил пойти в направлении, обратном движению эскалатора, чтобы сэкономить время. Если бы эскалатор не двигался, то Алексей спустился бы за 1 минуту. Принимая во внимание, что эскалатор на вокзале поднимает неподвижно стоящего человека на платформу за 3 минуты, рассчитайте, сколько времени потерял Алексей, воспользовавшись неподходящим эскалатором?

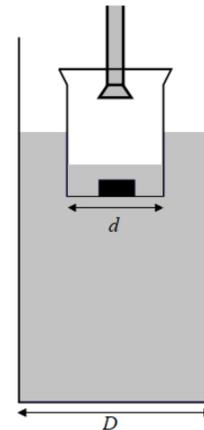
ним г'т

3. Две пружины пренебрежимо малого веса с жёсткостями  $k_1 = 16$  Н/м и  $k_2 = 32$  Н/м прикреплены к потолку. Концы пружин соединены однородным стержнем постоянного сечения длиной  $l = 20$  см и массой  $m = 100$  г. К стержню подвешен мешок массой  $M = 500$  г. Определите расстояние от левого края стержня до точки  $x \in [0; l]$ , в которой закреплён мешок, если известно, что стержень удерживается в горизонтальном положении. Ускорение свободного падения  $g = 10$  Н/кг.

$$m\text{о } \text{т} \Gamma = l \frac{(z\text{т} + \text{т}z) \text{т}z}{u \text{т}z - (u + \text{т}z) z\text{т}} = x$$

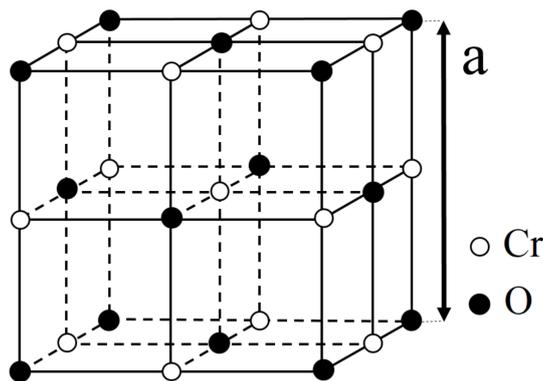


4. В сосуд цилиндрической формы с диаметром  $D = 10$  см налита вода до высоты  $h = 20$  см. Утяжелённый небольшим грузом стакан с диаметром  $d = 6$  см и общей массой с грузом  $m = 150$  г помещают в сосуд с водой, как показано на рисунке. Каждую секунду в стакан с помощью распылителя добавляют  $\Delta m = 10$  г воды с пренебрежимо малой высоты. С какой скоростью  $v$  будет двигаться стакан относительно дна сосуда? За какое время  $t$  стакан полностью погрузится в воду, если его высота  $H = 10$  см? Ускорение свободного падения  $g = 10$  Н/кг. Плотность воды  $\rho_{\text{в}} = 1$  г/см<sup>3</sup>. Объем цилиндра высоты  $L$  и радиуса  $R$  можно вычислить по формуле  $V_{\text{ц}} = \pi R^2 L$ .



$$v \approx \frac{m \Delta m}{m + \rho_{\text{в}} \pi d^2 H} g \approx \frac{150 \cdot 10}{150 + 1 \cdot \pi \cdot 3^2 \cdot 10} \cdot 10 \approx 1.3 \text{ см/с}$$

5. Элементарная ячейка оксида хрома (II) (CrO) представляет собой куб с длиной ребра  $a = 4,45 \cdot 10^{-10}$  м, изображённый на рисунке. Чёрные кружки на рисунке обозначают положение атомов кислорода, а белые — атомов хрома. Весь кристалл оксида хрома (II) является повторением таких элементарных ячеек. Относительная атомная масса кислорода  $m_{\text{rO}} = 16$  а. е. м., хрома  $m_{\text{rCr}} = 52$  а. е. м., где а. е. м. — атомная единица массы. Найдите плотность оксида хрома (II), если масса атома водорода  $m_{\text{H}} = 1,67 \cdot 10^{-27}$  кг, а относительную массу атома водорода принято считать равной 1 а. е. м.



$$\rho \approx \frac{m_{\text{Cr}} + m_{\text{O}}}{a^3} = \frac{52 + 16}{(4,45 \cdot 10^{-10})^3} \approx 3032 \text{ кг/м}^3$$