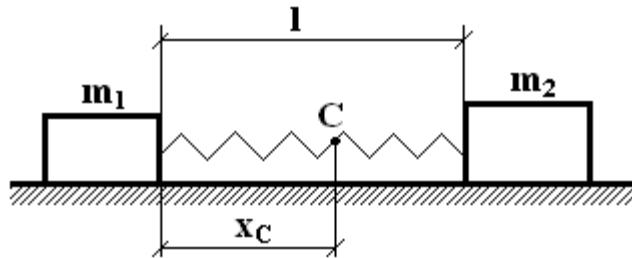


11 класс

Задача 11.1. Два груза массами m_1 и m_2 соединены пружиной длиной l и жесткостью k и находятся на гладкой горизонтальной поверхности. Найти период малых колебаний системы.

Решение



Колебания грузов происходят около центра масс. Его координата:

$$x_C = \frac{m_1 0 + m_2 l}{m_1 + m_2} = \frac{m_2 l}{m_1 + m_2}. \quad (1)$$

Жесткость пружины **обратно** пропорциональна ее длине. Поэтому:

$$k = \frac{a}{l}, \quad k_1 = \frac{a}{x_C}, \quad k_2 = \frac{a}{l - x_C}, \quad (2)$$

где a – коэффициент пропорциональности.

Из (2) находим

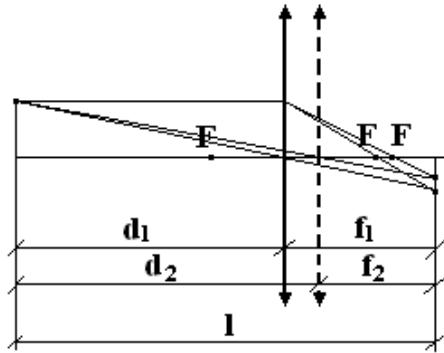
$$k_1 = k \frac{m_1 + m_2}{m_2}, \quad k_2 = k \frac{m_1 + m_2}{m_1}. \quad (3)$$

Периоды колебаний грузов одинаковы

$$T_1 = T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k_2}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 m_2}{k(m_1 + m_2)}}. \quad (4)$$

Задача 11.2. Перемещая линзу между экраном и предметом, удается получить два четких изображения размерами h' и h'' . Какой размер h имеет предмет?

Решение



По определению:

$$l = d + f. \quad (1)$$

Формула линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}. \quad (2)$$

Из (1) и (2) находим:

$$d^2 - ld + Fl = 0. \quad (3)$$

Откуда:

$$d_{1,2} = \frac{l}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 - Fl}. \quad (4)$$

$$d_1 = \frac{l}{2} + \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 - Fl}. \quad (5)$$

$$d_2 = \frac{l}{2} - \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 - Fl}. \quad (6)$$

Из (5) и (6) следует:

$$d_1 + d_2 = l. \quad (7)$$

С другой стороны:

$$d_1 + f_1 = l. \quad (8)$$

$$d_2 + f_2 = l. \quad (9)$$

Из (7) – (9) находим:

$$d_1 = f_2. \quad (10)$$

$$d_2 = f_1. \quad (11)$$

Из подобия треугольников:

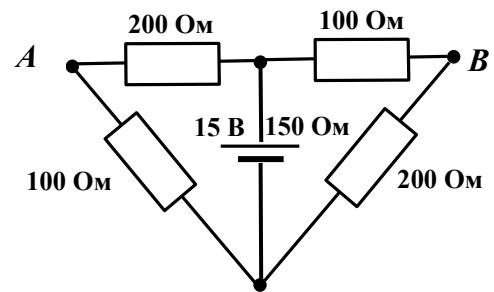
$$\frac{h_1}{h} = \frac{f_1}{d_1}. \quad (12)$$

$$\frac{h_2}{h} = \frac{f_2}{d_2}. \quad (13)$$

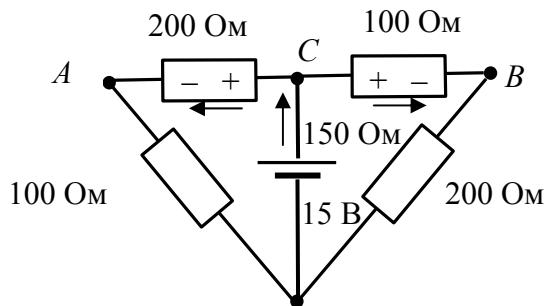
Из (12) и (13) с учетом (10) и (11) находим:

$$h_1 h_2 = h^2 \text{ или } h = \sqrt{h_1 h_2}.$$

Задача 11.3. Чему равна разность потенциалов между точками А и В ($\varphi_A - \varphi_B$) в схеме, изображенной на рисунке? ЭДС источника 15 В, его внутреннее сопротивление 150 Ом. Сопротивления резисторов указаны на схеме.



Решение



направлениях через верхние резисторы 200 Ом и 100 Ом, создавая на них падения напряжения 5 В и 2,5 В соответственно.

Таким образом, $\varphi_A - \varphi_C = -5$ В, а $\varphi_C - \varphi_B = 2,5$ В.

Поэтому $\varphi_A - \varphi_B = -5 + 2,5 = -2,5$ В.

Принимая во внимание величины сопротивлений, делаем вывод, что общее сопротивление внешней цепи равно 150 Ом, а ток через источник равен $\frac{15}{150+150} = 0,05$ А. Этот ток делится в т. С на два равных тока по 0,025 А, текущих в противоположных

Задача 11.4. Два маленьких металлических шарика с одинаковыми зарядами 6 мКл. Шарики привели в соприкосновение и развели на прежнее расстояние. Как изменилась сила взаимодействия шариков, если радиус одного из них вдвое больше радиуса другого?

Решение

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{kq_1'q_2'}{r^2}}{\frac{kq_1q_2}{r^2}} = \frac{q_1'q_2'}{q_1q_2}$$

После соприкосновения равные заряды на шариках перераспределяются:

$$q_1' = q_2' \Rightarrow \frac{kq_1'}{r_1} = \frac{kq_2'}{r_2} \Rightarrow \frac{q_1'}{r_1} = \frac{q_2'}{2r_1} \Rightarrow q_2' = 2q_1'$$

$$q_1 + q_2 = q_1' + q_2' = q_1' + 2q_1' = 3q_1' = 12 \text{ мКл};$$

$$q_1' = 4 \text{ мКл}; q_2' = 8 \text{ мКл}.$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{q_1'q_2'}{q_1q_2} = \frac{32}{36} = \frac{8}{9}$$

Задача 11.5. Протон и α -частица влетают с одинаковой скоростью V в однородное магнитное поле B перпендикулярно его направлению и вращаются вокруг общего центра. Каково расстояние между частицами. Взаимодействием частиц пренебречь.

Решение

$$l = R_2 - R_1 \quad R_2 = \frac{m_{He}V}{q_{He}B} = \frac{4m_pV}{2q_pB} = 2 \frac{m_pV}{q_pB} = 2R_1$$

$$l = R_1 = \frac{m_pV}{q_pB}$$