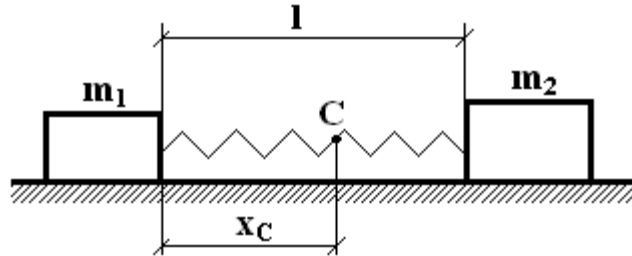


11 класс

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:

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

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

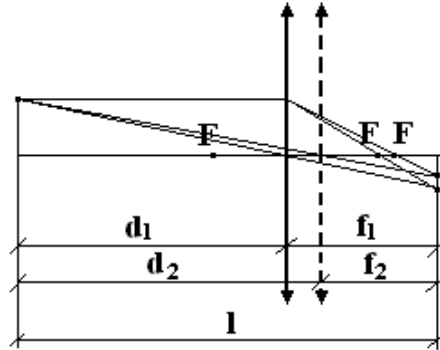
$$k_1 = k \frac{m_1 + m_2}{m_2}, \quad k_2 = k \frac{m_1 + m_2}{m_1}. \quad (3)$$

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:

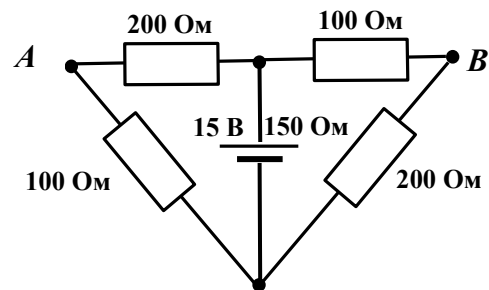
$$\frac{h_1}{h} = \frac{f_1}{d_1}. \quad (12)$$

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

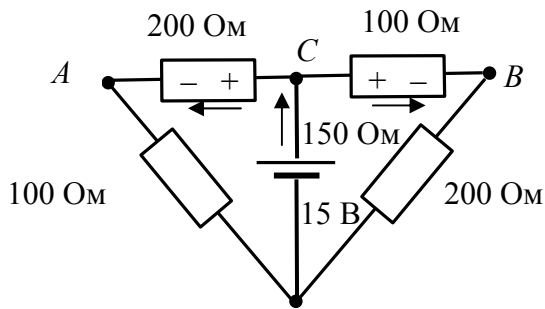
Из (12) и (13) с учетом (10) и (11) находим:

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

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



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 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.

Задача 11.4. Два маленьких металлических шарика с одинаковыми зарядами 6мКл. 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 перераспределятся:

$$\varphi_1' = \varphi_2' \Rightarrow \frac{kq_1'}{r_1} = \frac{kq_2'}{r_2} \Rightarrow \frac{q_1'}{r_1} = \frac{q_2'}{2r_1} \Rightarrow q_2' = 2q_1'$$

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

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

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

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

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

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