

## Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

## Отборочный этап, 11 класс, 2022 год

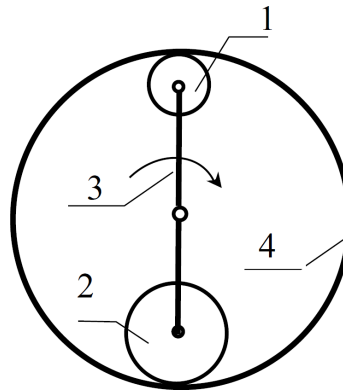
1. Камень брошен горизонтально со скоростью  $v = 15$  м/с. Найдите тангенциальное ускорение камня через  $t = 1$  с после начала движения. Сопротивление воздуха не учитывать. Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. В ответе величину ускорения укажите в м/с<sup>2</sup> десятичной дробью, округлив до сотых долей, без единицы измерения.

$$a_{\tau} = \frac{v}{r} = \frac{v}{\frac{v}{g} t} = \frac{g}{t} = \frac{10}{1} = 10 \text{ м/с}^2$$

2. Спускаясь по неподвижному эскалатору в метро, человек насчитал  $N = 100$  ступенек. Когда он спускался по движущемуся вниз эскалатору со скоростью  $v_1 = v$  относительно эскалатора, то насчитал  $n_1 = 50$  ступенек. Сколько ступенек он насчитает, если будет двигаться в ту же сторону со скоростью  $v_2 = 3v$  относительно эскалатора? Ответ укажите целым числом.

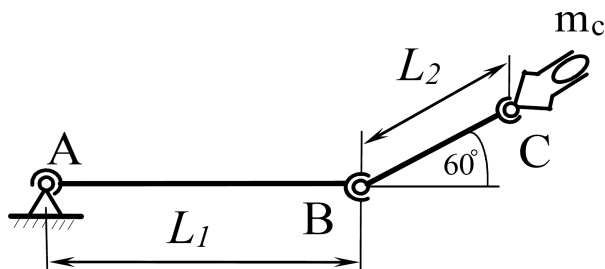
$$n_2 = \frac{N - n_1 v_1}{v_2} = \frac{100 - 50v}{3v} = \frac{100}{3} - \frac{50}{3} = \frac{50}{3} \approx 17$$

3. В планетарной зубчатой передаче шестерни 1 и 2 приводятся в движение кривошипом 3, ось вращения которого совпадает с осью неподвижного колеса 4. Число зубьев шестерён:  $Z_1 = 15$ ,  $Z_2 = 25$ , а число зубьев колеса  $Z_4 = 75$ . Найдите число оборотов шестерни 2 за время, когда шестерня 1 сделает  $N_1 = 12$  оборотов. В ответе укажите число оборотов целым числом.



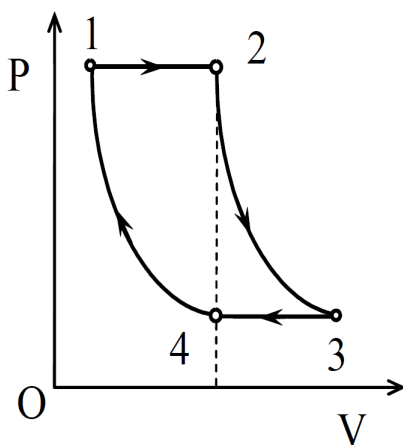
$$N_2 = \frac{Z_1 - Z_4}{Z_2 - Z_4} N_1 = \frac{15 - 75}{25 - 75} 12 = \frac{-60}{-50} 12 = \frac{6}{5} 12 = 14.4$$

4. Найдите момент сил приводов в шарнире  $A$  механизма робота — манипулятора, находящегося в равновесии, когда первое звено расположено горизонтально, а второе звено поднято под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Масса объекта манипулирования вместе с механизмом захвата, сосредоточенного в точке  $C$ ,  $m_c = 20$  кг. Длины звеньев:  $L_1 = 1$  м,  $L_2 = 0,4$  м. Звенья однородные и их массы соответственно равны  $m_1 = 40$  кг,  $m_2 = 20$  кг. Ускорение свободного падения принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. В ответе величину модуля момента сил укажите в ньютон-метрах целым числом.



$$N \cdot H 099 = \left( \left( \frac{v}{\cos \tau T} + \tau T \right) \rho u + \left( \frac{\tau}{\cos \tau T} + \tau T \right) \tau u + \frac{\tau}{T \tau u} \right) \delta = N$$

5. На диаграмме зависимости давления  $P$  от объёма  $V$  для некоторой массы идеального газа две изотермы пересекаются двумя изобарами в точках 1, 2, 3, 4. Найдите отношение объёма газа в точке 3 ( $V_3$ ) к объёму газа в точке 1 ( $V_1$ ), если отношение температур газа в этих точках  $\frac{T_3}{T_1} = 2$ , объёмы газа в точках 2 и 4 одинаковые.

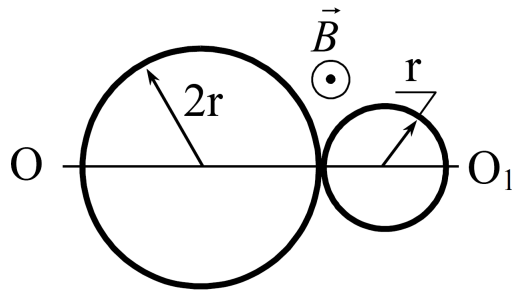


$$V = \left( \frac{V}{T} \right)^2 = \frac{V}{T}$$

6. Одноатомный идеальный газ участвует в процессе, для которого внутренняя энергия  $U$  газа пропорциональна квадрату его давления  $U = \alpha P^2$ , где  $\alpha$  — постоянная. Найдите количество теплоты  $Q$  в Джоулях, полученное газом в таком процессе, если известна работа  $A = 200$  Дж, совершенная газом в этом процессе. В ответе количество теплоты укажите в джоулях целым числом.

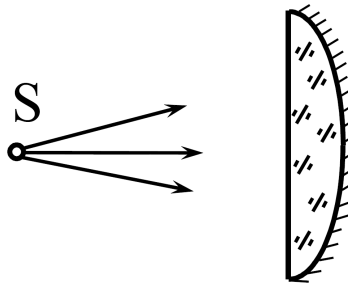
$$Q = 4A = 800 \text{ Дж}$$

7. Проволочное кольцо, общим сопротивлением  $R = 6$  Ом, свернули в плоский замкнутый контур в виде восьмёрки, состоящий из двух окружностей радиусами  $r_1 = r$  и  $r_2 = 2r$ , касающихся друг друга внешним образом, где  $r = 1$  м. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл, направленной перпендикулярно плоскости контура. Найдите заряд, который протечёт через поперечное сечение провода при повороте контура вокруг оси симметрии  $OO_1$  на  $180^\circ$ . Между пересекающимися на рисунке проводами электрический контакт отсутствует. В ответе величину заряда укажите в кулонах десятичной дробью с точностью до сотых.



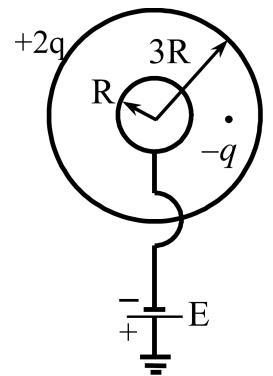
$$q = \frac{2\pi B |r^{\frac{3}{2}} - r^{\frac{1}{2}}|}{\mu_0} \approx 3,14 \text{ Кл}$$

8. Плоско-выпуклая линза с радиусом кривизны  $R = 50$  см имеет оптическую силу  $D_1 = 1$  дптр. Найдите оптическую силу этой линзы, если посеребрить её сферическую поверхность. Свет падает на не посеребрённую поверхность. В ответе оптическую силу укажите в диоптриях целым числом.



$$D = 2 \left( \frac{1}{R} + D \right) z = d$$

9. В системе, состоящей из двух concentric проводящих сфер радиусами  $R_1 = R$  и  $R_2 = 3R$ , где  $R = 1$  м внутренняя сфера соединена с землей через источник ЭДС, равной  $\mathcal{E} = 9$  В. Заряд внешней сферы равен  $q_1 = +2q$ ,  $q = 6$  нКл. На расстоянии  $r = 2$  м от центра системы находится точечный заряд  $q_2 = -q$ . Определите знак и величину заряда внутренней сферы. Потенциал земли принять равным нулю. В ответе укажите величину заряда в нанокюлонах целым числом, а перед числом поставьте знак заряда.



$$\varphi = \left( \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 (3R)} + \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}} \right) \varphi = 0$$