

08 октября 2023 года. Отборочный этап 2023/24

Задачи олимпиады: Физика 11 класс

Решение задачи 1.

Сила натяжения T между брусками с номерами k и $k+1$ пропорциональна массе $8-k$ брусков: $T = \frac{F}{8}(8-k)$. Отсюда $\frac{F}{T} = \frac{8}{8-k}$.

Решение задачи 2.

Пусть V_0 - скорость большего бруска при отрыве меньшего от упора. Проекция импульса системы на горизонтальное направление сохраняется: $4mV_0 = (m+4m)V$. Отсюда $V = \frac{4}{5}V_0$.

Решение задачи 3.

В первом опыте $S = \frac{v_0^2}{2\mu g}$.

Во втором опыте: в процессе движения скорость изменения импульса обруча равна сумме внешних сил $\frac{\Delta(m\vec{v})}{\Delta t} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{TP}$. Переходим к проекциям сил и ускорения на вертикаль и на горизонтальное направление

$$N = mg, F_{TP} = \mu N = \mu mg, \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = -\mu mg, \frac{\Delta v}{\Delta t} = -\mu g.$$

Отсюда с учетом равенства $R \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \mu g$ следует

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} + R \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = 0.$$

В процессе качения с проскальзыванием сумма $(v + \omega R)$ остается постоянной, равной своему начальному значению $v + \omega R = v_0$. В момент перехода в качение без проскальзывания $v = \omega R = 0,5v_0$. Это произойдет через время

$$T = \frac{0,5v_0}{\mu g} \text{ после старта. К этому моменту угол поворота обруча } \varphi = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta\omega}{\Delta t} \right) T^2$$

. Число оборотов
$$N = \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{v_0^2}{16\pi \mu g R} = \frac{S}{4L}.$$

Решение задачи 4.

Следуя второму закону Ньютона и кинематическим соотношениям с учетом малости колебаний получаем $\frac{\alpha_0}{2} = \frac{a}{g}$, $a = \frac{\alpha_0}{2}g$, $\tau = \frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{L}{g\left(1 + \frac{\alpha_0^2}{4}\right)}}$

Решение задачи 5.

При изобарном расширении 1-2 $Q_{12} = \nu \frac{5}{2}R(T_2 - T_1)$, $Q_{12} = \nu \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) + A_{12}$.

Отсюда $Q_{12} = \frac{5}{2}A_{12}$. Тепло подводится только на участке 1-2. Работа за цикл

$$A. \text{ КПД } \eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{2}{5} \frac{A}{A_{12}},$$

Решение задачи 6.

При минимальном объеме $C=1,5R$, тогда из первого начала термодинамики следует $A_{\text{ГАЗА}} = -\nu R \frac{T_0}{8}$.

Решение задачи 7.

Сила пропорциональна квадрату заряда обкладок $\frac{F_2}{F_1} = \frac{4}{\left(1 + \frac{1}{\varepsilon}\right)^2}$.

Решение задачи 8.

Из теоремы об изменении магнитного потока следует $Q_2 = \left|\frac{\pi}{4} - 1\right| Q_1$

Решение задачи 9.

Из уравнений движения в проекции на вертикаль и на горизонтальную плоскость получаем

$$T = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = n \frac{2\pi}{\frac{q}{m} B}, \quad B = n\pi \frac{g}{\frac{q}{m} V_0 \sin \alpha}.$$

Решение задачи 10.

Прямым суммированием элементарных вкладов в электрическое поле в точке наблюдения приходим к ответу $r = \frac{R^2}{d} = \frac{S}{4\pi d}$.