

05 октября 2025 года. Отборочный этап 2025/26
Задачи олимпиады: Физика 11 класс

Указания к решению задачи 1.

Количество теплоты, выделившейся в результате трения бруска по доске к моменту соскальзывания бруска с конца доски, равно модулю суммарной работы сил трения, действующих на доску и брусок:

$$Q = A_{\text{тр}} = \frac{\mu mgL}{2}$$

Указания к решению задачи 2.

Движение досок до начала проскальзывания описывается уравнением гармонических колебаний:

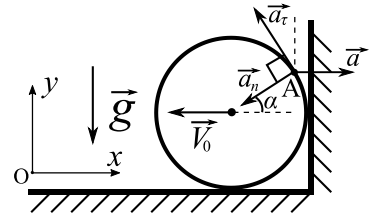
$$\ddot{x} + \beta^2 x = 0,$$

где x – длина части досок на шероховатой полуплоскости, $\beta^2 = \frac{\mu_1 g}{L}$, μ_1 – коэффициент трения скольжения нижней доски по шероховатой полуплоскости.

Отсюда $t = \frac{1}{\beta} \arccos\left(\frac{V}{V_0}\right)$, где V – скорость досок в момент начала относительного движения. По теореме об изменении кинетической энергии: $V = \sqrt{V_0^2 - \frac{\mu_2^2 gL}{\mu_1}}$, где μ_2 – коэффициент трения скольжения верхней доски по нижней.

Указания к решению задачи 3.

Ускорение точки А относительно системы центра масс обруча определяется центростремительным ускорением $a_n = \frac{V_0^2}{R}$, и касательным ускорением a_τ , которое находится из уменьшения вращательной кинетической энергии обруча: $\mu mg \frac{|\Delta l|}{\Delta t} = mV \frac{|\Delta V|}{\Delta t}$, $a_\tau = \frac{|\Delta V|}{\Delta t} = \mu g$, где Δl – малый элемент



длины окружности обруча. Вектор ускорения $\vec{a}_A$ точки А в ЛСО равен векторной сумме $\vec{a}_n$, $\vec{a}_\tau$ и вектора ускорения $\vec{a}$ центра масс обруча в ЛСО ($|\vec{a}| = \mu g$): $\vec{a}_A = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau + \vec{a}$. Находя проекции каждого из векторов ускорений на оси ОХ и ОУ, определяем модуль ускорения точки А в ЛСО:

$$a_A = \sqrt{\left(\mu g(1 - \sin(\alpha)) - \frac{V_0^2}{R} \cos(\alpha)\right)^2 + \left(\mu g \cos(\alpha) - \frac{V_0^2}{R} \sin(\alpha)\right)^2}$$

Указания к решению задачи 4.

Модуль скорости бруска относительно вертикальной шероховатой плоскости в момент времени τ определяется из II закона Ньютона и уравнений кинематики при $\tau > t_0$:

$$V = (g - \mu a_0)(\tau - t_0) + \frac{\mu a}{2}(\tau^2 - t_0^2)$$

где $t_0 = \frac{a_0 - g/\mu}{\alpha}$ – момент времени начала относительного движения бруска по доске.

Указания к решению задачи 5.

Отношение массы газа в первой части сосуда к массе газа во второй части сосуда определяется из уравнения Менделеева-Клапейрона для каждого из двух газов, с учётом равенства давлений и температур в обеих частях сосуда:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\mu_1/\mu_2}{(1/\alpha - 1)}$$

Указания к решению задачи 6.

Процесс с постоянной молярной теплоёмкостью $C = C_V + nR$. Из первого начала термодинамики и уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$A = \nu T_1 nR \left(\left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{n-1}} - 1 \right),$$

где T_1 – начальная температура газа.

Указания к решению задачи 7.

Из уравнений Менделеева-Клапейрона для гелия и водяного пара, а также первого начала термодинамики:

$$\Delta U = \Delta \nu RT \left(\frac{q\mu}{RT_0} - 1 \right),$$

где $\Delta \nu$ – количество гелия откачанного из сосуда, T – температура гелия, q – удельная теплота парообразования воды, μ – молярная масса воды, $T_0 = 373$ К – температура воды и водяного пара.

Указания к решению задачи 8.

Из закона сохранения заряда, условия равенства разностей потенциалов и формулы для ёмкости плоского конденсатора:

$$|q'| = \frac{2qn}{2n-1},$$

где q – заряд конденсаторов до помещения в один из конденсаторов металлической пластинки, n – отношение расстояния между обкладками конденсатора к толщине пластинки.

Указания к решению задачи 9.

Из закона электромагнитной индукции, определения силы электрического тока, закона Ома и формулы площади правильного шестиугольника:

$$|q| = \frac{3\sqrt{3}Ba^2}{2R}$$

где R – сопротивление рамки.

Указания к решению задачи 10.

Токи через сопротивление R и источник после начала изменения индуктивности: $I_R = \frac{\alpha \varepsilon}{R+r}$;

$I = \frac{\varepsilon - \alpha E_0}{r}$, где $E_0 = \varepsilon \frac{R}{R+r}$ – ЭДС самоиндукции в катушке сразу после замыкания ключа.

Ток через катушку индуктивности после начала изменения индуктивности катушки:

$$I_L = I - I_R,$$

Из выражения для ЭДС самоиндукции катушки:

$$\Delta L = \frac{\alpha E_0}{I - I_R} \tau$$

где τ – время изменения индуктивности.