

Олимпиада «Физтех» по физике

9 класс, 2025 год, вариант 1

1. Шайба массой $m = 0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь \vec{V}_0 — вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

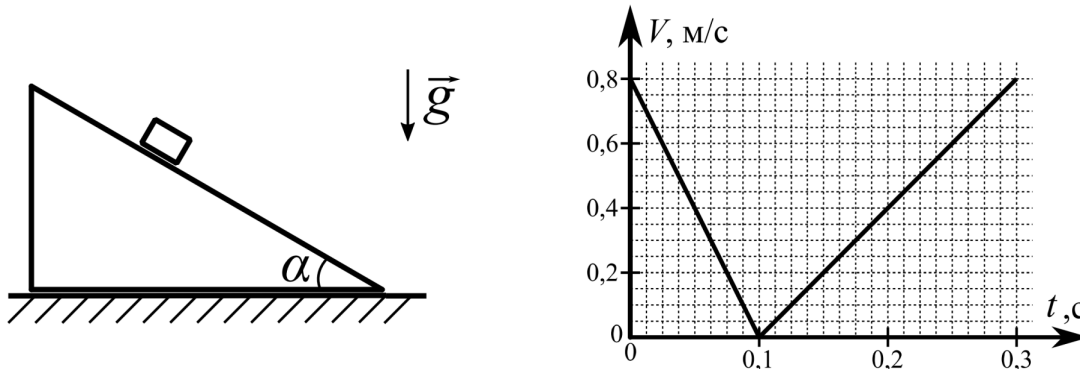
$$S = \int_0^{4T} v dt = \int_0^{4T} V_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) dt = V_0 \left(4T - \frac{1}{2} \frac{t^2}{T}\right) \Big|_0^{4T} = 4V_0 T = 32 \text{ м}$$

2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите максимальную высоту H полета.
2. Найдите горизонтальную дальность S полета.
3. Найдите радиус R кривизны начального участка траектории.

$$H = \frac{v_{\max}^2}{2g} = \frac{(2v_{\min})^2}{2g} = \frac{4v_{\min}^2}{2g} = \frac{4v_{\min}^2}{2 \cdot 10} = \frac{2v_{\min}^2}{10} = \frac{v_{\min}^2}{5} = 0,2 \text{ м}$$

3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы $m = 0,2$ кг, масса клина $2m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

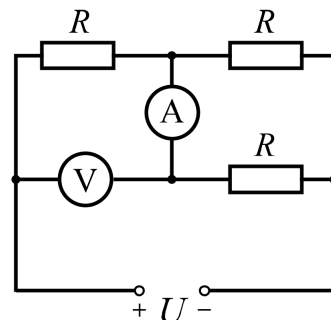


1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α — угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.

- Найдите модуль $F_{\text{тр}}$ наибольшей силы трения, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,3$ с.
- При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?

$$\mu_{\text{кр}} \approx \frac{v_{\text{ш}} \sin \alpha - g \sin \alpha}{v_{\text{ш}} \cos \alpha} \leq \mu \quad \text{и} \quad \mu \geq \frac{v_{\text{ш}} \sin \alpha}{v_{\text{ш}} \cos \alpha} = \tan \alpha \quad (1)$$

4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 100$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 30$ В. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R .



- Найдите силу I тока, текущего через источник.
- Найдите показание U_V вольтметра.
- Какая мощность P рассеивается в цепи?

$$I = \frac{U}{R} = \frac{30}{100} = 0,3 \text{ A} \quad U_V = \frac{U}{2} = 15 \text{ B} \quad P = IU = 4,5 \text{ B} \quad (1)$$

5. В калориметр, содержащий воду при температуре $t_1 = 10^\circ\text{C}$, помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды $n = 9/7$.

- Найдите долю δ массы воды, превратившейся в лед.
- Найдите начальную температуру t_2 льда.

В теплообмене участвуют только лед и вода.

Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$), удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, температура плавления льда $t_0 = 0^\circ\text{C}$.

$$\delta = \frac{c_{\text{в}}}{c_{\text{л}}} \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} = \frac{4,2 \cdot 10^3}{2,1 \cdot 10^3} \frac{10 - 0}{t_2 - 0} = 2 \frac{10}{t_2} = \delta \quad (1)$$