

Шифр

 Σ **9-Т1. Игра в шайбу**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1	В решении указано, что при отражении от первой стороны шайба не сможет попасть в точку B .	1.0		
2	В решении указано, что при отражении от 3-й стороны шайба попадет в точку B при условии, что ускорение свободного падения направлено вдоль AB .	1.0		
3	При ударе от второй или четвёртой стороны предложено разложить движение по осям вдоль и перпендикулярно отрезку AB .	1.0		
4	Из движения по оси y найдено время полета из A в B : $t = 2\sqrt{\frac{2H}{g_y}}$	1.0		
5	В решении используется, что движение вдоль оси x равноускоренное.	1.0		
6	Получено соотношение $\frac{g_x}{g_y} = \frac{L}{4H}$ или аналогичное верное.	2.0		
7	Верно найдены координаты точек C_1 и C_2 , или в работе присутствуют аналогичные верные рассуждения, позволяющие определить ориентацию рамки для случаев отскока от второй и четвертой стенок.	2 точки по 1.0		
8	Верно рассчитаны углы между AB и ускорением свободного падения.	3 точки по 1.0		

Шифр

 Σ **9-Т2. Нелинейная лента**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Верно записана связь внешней силы и сил упругости: $F = F_1 + F_2$.	1.0		
1.2	Использован закон Гука для первой пружины $F_1 = k\Delta x_1$.	0.5		
1.3	Использован закон Гука для второй пружины $F_2 = k\Delta x_2$.	0.5		
1.4	Записана верная связь удлинений: $\Delta x_1 + \Delta x = \Delta x_2$.	1.0		
1.5	Получена зависимость $\Delta x = \Delta x(F_1) = \frac{F}{k} - \frac{2}{k}F_1$ или $F_1(\Delta x) = \frac{F}{2} - \frac{k}{2}\Delta x.$	1.5		
	Случай $F = 1$ Н			
1.6	Указано, что при малых растягивающих силах лента ведёт себя как пружина, подчиняющаяся закону Гука $F_1 = k_0\Delta x$.	0.5		
1.7	Метод нахождения коэффициента жесткости ленты при малых деформациях (касательная к начальному участку).	1.0		
1.8	Найден коэффициент жесткости ленты при малых деформациях $k_0 \in [108; 132]$ Н/м.	0.5		
	Ответы для удлинений пружин в случае малой растягивающей силы F			
1.9	$\Delta x \in [2,6; 3,2]$ мм.	0.5		
1.10	$\Delta x_1 \in [3,1; 3,9]$ мм.	0.5		
1.11	$\Delta x_2 \in [5,7; 7,1]$ мм.	0.5		
	Случай $F = 20$ Н			
1.12	Использована идея построения зависимости (1') (аналог нагрузочной прямой из электричества) на графике в случае большой растягивающей силы F .	1.0		

	Ответы для удлинений пружин в случае большой растягивающей силы F			
1.13	$\Delta x \in [6,0; 7,0]$ см.	0.5		
1.14	$\Delta x_1 \in [6,5; 7,0]$ см.	0.5		
1.15	$\Delta x_2 \in [12,5; 14,0]$ см.	0.5		
2.1	Предложен корректный способ нахождения F_{\max} , используя точку (25 см, 14 Н).	1.0		
2.2	Получен ответ $F_{\max} = 53$ Н.	0.5		

Шифр

 Σ **9-Т3. Тянем-потянем**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Корректными рассуждениями получено $u(0) = v$.	1.0		
2.1	Метод 1. Предложено записать условие нерастяжимости куска нити от втулки до точки C около колечка.	1.0		
2.2	Метод 1. Правильно определена скорость точки C в некоторой системе отсчета.	1.0		
2.3	Метод 1. Найдена проекция скорости втулки на нить.	0.5		
2.4	Метод 1. Найдена проекция скорости точки C на нить.	0.5		
2.5°	Метод 2. Длина нити выражена через параметры системы.	1.0		
2.6°	Метод 2. Выражение для длины нити корректно продифференцировано.	2.0		
2.7°	Метод 3. Найдены перемещения колечка и втулки за небольшой промежуток времени.	1.0		
2.8°	Метод 3. Найдено изменение расстояния между втулкой и колечком: $\Delta R = v\Delta t \cos \alpha - u\Delta t \sin \alpha$.	1.0		
2.9°	Метод 3. Корректно записано условие нерастяжимости нити.	1.0		
2.10	Получен правильный ответ: $u = v \frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha}.$	2.0		
3.1	Метод 1. Рассматривается круговое относительное движение втулки и точки C или же напрямую записывается формула Ривальса.	1.0		

3.2	<p>Метод 1. Найдена относительная скорость движения по окружности</p> $u_{\text{отн}} = v \frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha}$ <p>или угловая скорость вращения</p> $\omega = \frac{v(1 + \cos \alpha)^2}{l \sin \alpha}.$	1.0		
3.3	Метод 1. Записано $a_n = v^2/R$.	0.5		
3.4	Метод 1. Связь нормальной проекции и полного ускорения втулки: $a = a_n/\sin \alpha$.	0.5		
3.5°	Метод 2. Выражение для скорости втулки корректно продифференцировано по времени.	2.0		
3.6°	<p>Метод 2. Из нерастяжимости нити получено правильное выражение, связывающее координату с длиной нити:</p> $y = \frac{l \sin \alpha}{1 + \cos \alpha}.$ <p>Или аналогичное верное уравнение, позволяющее получить правильный ответ для ускорения втулки.</p>	1.0		
3.7	<p>Получено ускорение втулки:</p> $a = \frac{v^2(1 + \cos \alpha)^3}{\sin^3 \alpha \cdot l}.$	1.0		
3.8	Записан второй закон Ньютона для втулки в проекции на стержень: $ma = T \sin \alpha$.	0.5		
3.9	Получена связь силы F и силы натяжения нити: $F = T + T \cos \alpha$.	0.5		
3.10	<p>Получен верный ответ для</p> $F = m \frac{v^2(1 + \cos \alpha)^4}{l \cdot \sin^4 \alpha}.$	1.0		

Шифр

 Σ **9-Т4. Нагрев жидкости**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	<p>Получена верная зависимость плотности от температуры:</p> $\rho(t) = \rho_0 - \frac{\rho_0}{2} \cdot \frac{t - t_0}{t_0} = \rho_0 \frac{3t_0 - t}{2t_0}.$	0.5		
1.2	<p>Найдена плотность (или температура), при которой жидкость из левого сосуда начнёт перетекать в правый:</p> $\rho = 0,95\rho_0 \text{ или } t_1 = 1,1t_0.$	1.0		
1.3	<p>Верно найдена конечная масса m_L жидкости в левом сосуде:</p> $m_L = 2\rho_0SH.$	0.5		
1.4	<p>Получена полная масса m жидкости:</p> $m = 4,75\rho_0SH.$	0.5		
1.5	<p>Вычислена масса m_R жидкости в правом сосуде после нагрева:</p> $m_R = 2,75\rho_0SH.$	1.0		
1.6	<p>Верно найдено давление на дно:</p> $p_{\text{дно}} = 2,75\rho_0gH.$	0.5		

2.1	<p>Записана связь давлений:</p> $p_{\text{к}} = p_{\text{дно}} - 0,5\rho_0 gH.$	0.5		
2.2	<p>Верно найдено давление жидкости на крышку в сосуде большего сечения:</p> $p_{\text{к}} = 2,25\rho_0 gH.$	0.5		
3.1	<p>Получено выражение для массы, перетекающей в правый сосуд:</p> $\Delta m = 4SH \Delta\rho,$ <p>или аналогичное верное.</p>	0.5		
3.2	<p>Метод 1. Выведено выражение для малого количества теплоты, поступающего в правый сосуд:</p> $\Delta Q = 4cSH(t - t_0)\Delta\rho.$	0.5		
3.3	<p>Метод 1. В работе указано или используется, что величина ΔQ пропорциональна площади полоски шириной $\Delta\rho$ и длиной $t - t_0$, домноженной на $4cSH$.</p>	2.0		
3.4	<p>Метод 1. Найдено количество теплоты, поступившее в правый сосуд за счёт перетекания жидкости:</p> $Q = 0,99\rho_0 t_0 cSH.$	1.0		
3.5°	<p>Метод 2. В уравнении теплового баланса используется средняя температура перетекающих порций жидкости, при этом присутствует обоснование этого подхода, основанное на линейности зависимости плотности от температуры.</p>	0.5		

3.6°	<p>Метод 2. Найдена средняя температура приходящих порций жидкости:</p> $t_{cp} = 1,55t_0.$	2.0		
3.7°	<p>Метод 2. Верно составлено уравнение теплового баланса для правого сосуда:</p> $m_{R0}c(t_R - t_0) + \Delta mc(t_R - t_{cp}) = 0.$	1.0		
3.8°	<p>Метод 3. Получено выражение для малой массы, перетекающей при возрастании температуры на dt:</p> $dm = \frac{2\rho_0 SH}{t_0} dt.$	0.5		
3.9°	<p>Метод 3. Количество теплоты, переносимое малой массой:</p> $dQ = c(t - t_0) \frac{2\rho_0 SH}{t_0} dt.$	1.0		
3.10°	<p>Метод 3. Полученное выражение проинтегрировано от $1,1t_0$ до $2t_0$:</p> $Q = \frac{2\rho_0 SHc}{t_0} \int_{1,1t_0}^{2t_0} (t - t_0) dt = \frac{2\rho_0 SHc}{t_0} \left[\frac{(t - t_0)^2}{2} \right] \Big _{1,1t_0}^{2t_0}.$	1.0		
3.11°	<p>Метод 3. Найдено количество теплоты, поступившее в правый сосуд за счёт перетекания жидкости:</p> $Q = 0,99\rho_0 t_0 c SH.$	1.0		

3.12	<p>Получено выражение для конечной температуры в правом сосуде:</p> $t_R = t_0 + \frac{Q}{cm_R}.$	1.0		
3.13	<p>Получено верное значение конечной температуры:</p> $t_R = 1,36t_0.$	2.0		

Шифр

 Σ **9-Т5. Звезда и треугольник**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Метод 1. В решении корректно используется метод наложения.	1.0		
1.2	Метод 1. Предложены две схемы, которые предлагается наложить друг на друга.	1.0		
1.3	Метод 1. В предложенных схемах верно расставлены токи через все резисторы (по 0,5 балла за каждую схему).	2 точки по 0.5		
1.4°	Метод 2. При решении правильно использовано первое правило Кирхгофа.	1.0		
1.5°	Метод 2. При решении правильно использовано второе правило Кирхгофа.	1.0		
1.6°	Метод 2. Найдены силы тока в каждом из шести резисторов, выраженные через введённые неизвестные токи.	0.5		
1.7°	Метод 2. Записана система уравнений, позволяющая верно выразить введённые токи через I и/или I_0 .	0.5		
1.8	Верно определены значения сил токов, выраженные через I и I_0 , в каждом из шести резисторов исходной цепи.	6 точек по 0.5		
1.9	Найдено, что $\Delta I_{\text{верх}} = 0$.	0.5		
2.1	Найдено, что $\Delta I_{\text{нижн}} = \Delta I/2$.	0.5		
3.1	Указано, что только через резистор $2R$ между узлами A и B ток может быть равным нулю.	1.0		
3.2	Получено значение регулируемой силы тока $I' = I_0/2$, при которой происходит обнуление силы тока через резистор $2R$ между узлами A и B .	1.0		
4.1	Предложен верный способ расчета мощности при произвольных I и I_0 .	0.5		
4.2	Получено выражение $P(I) = RI^2 + \frac{2}{3}II_0R + \frac{2}{3}RI_0^2.$	1.0		

4.3	<p>Верное найдена сила тока, при которой мощность минимальна:</p> $I^* = -\frac{I_0}{3}.$	1.0		
4.4	<p>Найдено значение минимальной мощности:</p> $P_{\min} = P(I^*) = \frac{5}{9}RI_0^2;$	0.5		