

Шифр

 Σ

11-Т1. Вспоминая 90-е

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1	Записано, что поскольку поверхность по которой скользят доски – гладкая, то скорость центра масс трёх досок остается постоянной $v_{\text{цм}} = \text{const}$	0.5		
2	Найдена скорость центра масс трёх досок $v_{\text{цм}} = 2v_0/3$, где v_0 – скорость движения досок a и b до удара	0.5		
3	Найдены начальное и конечное положения центра масс досок: на расстоянии $L/3$ сначала левее, а в конце правее точки сцепления досок	2 знач по 0.5		
4	Найдена начальная скорость доски a , относительно сцепившихся досок: $v_{\text{отн}} = v_0/2$	0.5		
5	Записано выражение для итогового перемещения доски a : $\Delta x_b = 2L/3 + \Delta x_{\text{цм}} = 2(L + v_0\tau)/3,$ где τ – время относительного движения досок, начиная от момента столкновения	1.0		
6	Записан второй закон Ньютона для доски a (1) и для сцепившихся досок (2): $ma_1 = -F, 2ma_2 = F,$ где F – сила трения между досками	2 уравн по 0.5		
7	Записано выражение для силы трения в зависимости от перекрытия досок: $F = \mu N = \mu mgx/L,$ где $x = x_1 - x_2$ – относительное смещение доски a и сцепившихся досок, начиная от момента столкновения	1.0		

8	Получено уравнение гармонических колебаний вида: $\ddot{x} = -\frac{2\mu g x}{3L}$	1.0		
9	Записано выражение для частоты колебаний $\omega = \sqrt{\frac{2\mu g}{3L}}$	1.0		
10	Получено решение уравнения в виде $x = A \sin \omega t$	1.0		
11	Записана связь между амплитудой колебаний и максимальной скоростью (начальной относительной скоростью) $v_0/2 = \omega A$	1.0		
12	Приведено или используется далее выражение для амплитуды колебаний $A = L$	0.5		
13	Из равенства $x(\tau) = A \sin \omega \tau = 0$ или рассуждений о частях периода колебаний найдено время движения до остановки: $\tau = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi A}{v_0}$	1.0		
14	Записан верный ответ на вопрос задачи $\Delta x = \frac{2(\pi + 1)L}{3}$	1.0		

Шифр

 Σ **11-Т2. Нагревание насосом**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	<p>Записано уравнение состояния газа в сосуде до начала процессов с насосом:</p> $p_0V = \nu_0RT_0.$	1.0		
1.2	<p>Записано уравнение состояния газа в сосуде по окончании всех процессов с насосом:</p> $p_1V = (\nu_0 + \Delta\nu)RT_1.$	1.0		
1.3	<p>Для отношения начальной и конечной температур T_1/T_0 получено:</p> $\frac{T_1}{T_0} = \frac{p_1}{p_0} \frac{\nu_0}{\nu_0 + \Delta\nu}.$	1.0		
1.4	<p>Указано, что в рассматриваемых процессах насос совершает механическую работу.</p>	1.0		
1.5	<p>Указано, что работа $\delta A_{\text{н}}$, совершённая насосом в процессе закачивания в сосуд порции воздуха, равна произведению давления искомой порции воздуха $p_{\text{в}}$ на занимаемый ей объём $dV_{\text{в}}$:</p> $\delta A_{\text{н}} = p_{\text{в}}dV_{\text{в}}.$	1.0		
1.6	<p>Использовано уравнение Менделеева–Клапейрона и определена механическая работа $\delta A_{\text{н}}$, совершённая насосом в процессе закачивания в сосуд порции воздуха в количестве вещества $d\nu$:</p> $\delta A_{\text{н}} = RT_0d\nu.$	1.0		

1.7	Определена полная механическая работа, совершённая насосом: $A_{\text{н}} = \Delta\nu RT_0.$	1.0		
1.8	Записано первое начало термодинамики для системы, состоящей из изначального находившегося в сосуде газа и закаченного в него: $A_{\text{н}} + U_0 + U_1 = U_{\text{к}}.$	1.0		
1.9	Первое начало термодинамики приведено к виду, эквивалентному следующему: $\Delta\nu RT_0 + \frac{5\nu_0 RT_0}{2} + \frac{5\Delta\nu RT_0}{2} = \frac{5(\nu_0 + \Delta\nu)RT_1}{2}.$	2.0		
1.10	Определено отношение количеств вещества воздуха в сосуде после завершения процессов с насосом и до их начала: $\frac{\nu_{\text{к}}}{\nu_0} = \frac{2}{7} + \frac{5p_1}{7p_0}.$	1.0		
2.1	Определена температура воздуха в сосуде T_1 по окончании процессов с насосом: $T_1 = \frac{T_0}{\frac{2p_0}{7p_1} + \frac{5}{7}}.$	1.0		

Шифр

 Σ **11-Т3. Равновесие в полях**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	<p>Определена сила натяжения нити в точке крепления груза:</p> $T_0 = mg.$	1.0		
1.2	<p>Записано условие равновесия системы (или система уравнений, эквивалентная векторному уравнению):</p> $\vec{T} + m\vec{g} + \lambda L\vec{E} = 0,$ <p>где \vec{T} – сила, действующая на нить в точке её крепления.</p>	1.0		
1.3	<p>Из условия равновесия системы получены выражения для проекций напряжённости электростатического поля на оси x и y (по 1.0 балла за каждую):</p> $E_y = \frac{mg}{\lambda L} \quad E_x = \frac{T}{\lambda L}.$	2 точки по 1.0		
1.4	<p>Метод 1. Для связи сил натяжения нити T и T_0 предложено воспользоваться методом виртуальных перемещений.</p>	0.5		
1.5	<p>Метод 1. Определена работа сил, приложенных к концам нити, на виртуальном перемещении длиной dl:</p> $\delta A = (T - T_0)dl.$	0.5		
1.6	<p>Метод 1. Указано, что работа сил, приложенных к концам нити, равна изменению потенциальной энергии нити в электростатическом поле:</p> $\delta A = dW_p.$	0.5		

1.7	Метод 1. Указано, что изменение потенциальной энергии нити в электростатическом поле равно изменению потенциальной энергии участка длиной dl , переместившегося из точки крепления груза в точку крепления нити,	1.0		
1.8	Метод 1. Записано выражение: $dW_p = \lambda dl(\varphi - \varphi_0).$	0.5		
1.9	Метод 1. Для изменения потенциала $\Delta\varphi$ записано выражение: $\Delta\varphi = -E_x(x - x_0) - E_y(y - y_0).$	1.0		
1.10	Метод 1. Определено изменение потенциала $\Delta\varphi$: $\Delta\varphi = E_x S - E_y H.$	1.0		
1.11	Метод 1. Получено уравнение, связывающее силу натяжения с напряжённостью электростатического поля: $T - mg = \lambda(E_x S - E_y H).$	1.0		
1.12°	Метод 2. Записано условие равновесия участка нити длиной dl : $d\vec{T} + \lambda dl \vec{E} = 0.$	0.5		
1.13°	Метод 2. Условие равновесия нити спроецировано на ось, направленную по касательной к нити: $dT + \lambda E_{\parallel} dl = 0.$	1.0		

1.14°	<p>Метод 2. Для E_{\parallel} получено:</p> $E_{\parallel} = E_y \cos \varphi - E_x \sin \varphi.$	1.0		
1.15°	<p>Метод 2. Получено следующее соотношение:</p> $dT + \lambda E_y dl \cos \varphi - \lambda E_x dl \sin \varphi = 0.$	0.5		
1.16°	<p>Метод 2. Указано, что $dl \cos \varphi = dy$ и $dl \sin \varphi = -dx$.</p>	1.0		
1.17°	<p>Метод 2. После суммирования получено следующее соотношение:</p> $T - T_0 = -\lambda E_x (x - x_0) - \lambda E_y (y - y_0).$	1.0		
1.18°	<p>Метод 2. Получено выражение, связывающее силу натяжения с напряжённостью электростатического поля:</p> $T - mg = \lambda(E_x S - E_y H).$	1.0		
1.19	<p>Определена проекция E_x напряжённости электростатического поля:</p> $E_x = \frac{mgL - H}{\lambda L L - S}.$	1.0		
1.20	<p>Получен ответ для напряжённости E электростатического поля:</p> $E = \frac{mg}{\lambda L} \sqrt{1 + \left(\frac{L - H}{L - S}\right)^2}.$	1.0		

Шифр

 Σ **11-Т4. Полный улёт**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Указано, что модуль скорости частицы не изменяется и поэтому можно искать величину начальной скорости	0.5		
1.2	Указано, что начальную скорость можно определить по наклону касательной к графику в начальной точке	0.8		
1.3	Получено значение скорости в интервале 6,8 - 7,2 км/с	0.3		
1.4	Попадание в интервал значений скорости 6,5 - 7,5 км/с	0.2		
1.5	Попадание в интервал значений скорости 6,0 - 8,0 км/с	0.2		
2.1	Указано (используется в решении), что частица движется вдоль поля с постоянной скоростью	0.2		
2.2	Указано (используется в решении), что в плоскости, перпендикулярной полю, частица движется по окружности	0.4		
2.3	Записана формула для периода (угловой скорости) вращения по этой окружности	0.4		
2.4	Получена правильная формула для зависимости $r(t)$, представленной на графике	1.0		
2.5	Указано, что касательная к графику, идущая из начала координат с наименьшим угловым коэффициентом, является прямой $r = v_{ }t$	0.5		
2.6	Обосновано, что касательная к графику, идущая из начала координат с наименьшим угловым коэффициентом, является прямой $r = v_{ }t$	1.5		
2.7	Найдено значение $v_{ }$ в диапазоне 1,8 - 2,0 км/с	1.0		
2.8	Получено значение угла в одном из диапазонов $70^\circ - 80^\circ$ или $100^\circ - 110^\circ$	1.0		
3.1	Указано, что точки нижней касательной к графику должны соответствовать моментам времени, кратным периоду вращения	0.5		
3.2	Найден период вращения в интервале 11,2 - 11,4 мкс	0.3		

3.3	Попадание в интервал 11,0 - 11,6 мкс	0.2		
3.4	Найдена величина индукции магнитного поля в интервале 34 - 36 мТл	0.5		
4.1	Найдено расстояние между проекциями точек A и B на направление магнитного поля в интервале 4,6 - 4,9 см	0.5		
4.2	Получена любая правильная формула для расчета расстояния между проекциями точек A и B на плоскость, перпендикулярную полю	1.0		
4.3	Найдено расстояние между проекциями точек A и B на плоскость, перпендикулярную полю, в интервале 1,3 - 1,5 см	0.4		
4.4	Найдено L_{AB} в интервале 4,8 - 5,2 см	0.3		
4.5	Попадание в интервал 4,5 - 5,5 см	0.3		

Шифр

 Σ **11-Т5. Троекотие**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Доказано, что линза может быть только собирающей.	2.0		
2.1	Установлено какие изображения (мнимые или действительные) создаёт размещение источника для каждой из трёх точек – A, B, C .	2.0		
2.2	Доказано, что возможны два положения центра линзы на прямой MN – как слева так и справа от точки B .	2.0		
3.1	Верно записана формула тонкой линзы для размещения источника в точке A .	1.0		
3.2	Верно записана формула тонкой линзы для размещения источника в точке B .	1.0		
3.3	Определено расстояние между оптическим центром линзы и точкой B .	2.0		
4.1	Определён угол между главной оптической осью линзы и прямой MN .	2.0		