

Шифр

Σ

11-Т1. По окружности и побыстрее

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Указано (используется в решении), что величина силы трения во время заезда равна $ \vec{F}_{\text{тр}} = \mu mg$.	0.5		
1.2	Указано (используется в решении), что сила трения может составлять любой угол со скоростью автомобиля.	0.5		
1.3	Правильно записано уравнение для касательной компоненты ускорения автомобиля.	0.5		
1.4	Правильно записано уравнение для центростремительной компоненты ускорения автомобиля.	0.5		
1.5	Указано, что скорость достигает максимального значения при $\alpha = 90^\circ$.	0.5		
1.6	Правильно найдена максимальная возможная величина скорости (аналитический ответ)	0.5		
1.7	Правильно найдена максимальная возможная величина скорости (численное значение 20 м/с).	0.5		
2.1	Метод 1. Установлена связь между малыми изменениями направления силы трения и пройденного пути (в виде, эквивалентном $d\alpha = \frac{2}{R}ds$).	2.0		
2.2	Метод 1. Установлена связь между направлением силы трения и величиной пути (в виде, эквивалентном $\alpha(s) = \frac{2s}{R}$).	1.0		
2.3°	Метод 2. Установлена связь между малыми изменениями квадрата скорости и пройденного пути, в виде, эквивалентном $\frac{d(v^2)}{ds} = 2\mu g \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v}{v_m}\right)^4}.$	1.5		
2.4°	Метод 2. Установлена связь между величиной скорости и величиной пути, в виде, эквивалентном $v^2(s) = v_m^2 \cdot \sin\left(\frac{2s}{R}\right).$	1.5		

2.5°	<p>Метод 3. Для зависимости $v^2(s)$ получено уравнение гармонических колебаний</p> $\frac{d^2(v^2)}{ds^2} + \frac{4}{R^2}v^2 = 0.$	2.0		
2.6°	<p>Метод 3. Установлена связь между величиной скорости и величиной пути, в виде, эквивалентном</p> $v^2(s) = v_m^2 \cdot \sin\left(\frac{2s}{R}\right).$	1.0		
2.7	Установлено, что разгон автомобиля прекращается (достигается его максимальная величина скорости) в точке C .	1.0		
2.8	Указано, что на всем участке CB величина скорости автомобиля равна максимальной.	0.5		
2.9	Найдена правильная величина скорости в точке C	0.5		
2.10	Найдена правильная величина скорости в точке D	0.5		
2.11	Найдена правильная величина скорости в точке B	0.5		
3.1	Правильно найдено время прохождения участка CB .	0.5		
3.2	<p>Получено правильное уравнение, связывающее малые изменения времени и скорости или пути (эквивалентное $\frac{dv}{dt} = \mu g \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v}{v_m}\right)^4}$ или $\frac{ds}{dt} = v_m \sqrt{\sin\left(\frac{2s}{R}\right)}$).</p>	0.5		
3.3	Формула для t_{AC} приведена к интегралу из «указания» с постоянным коэффициентом.	0.5		
3.4	Правильно найдено полное время (аналитический ответ).	0.5		
3.5	Правильно найдено численное значение полного времени с ошибкой не более 0,1 с.	0.5		

Шифр

 Σ **11-Т2. Клейкая лента**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	<p>Записана или используется в решении связь перемещения точки приложения силы и длины оторванной части ленты при фиксированном угле приложения силы α:</p> $\Delta x = \Delta l \cdot (1 - \cos \alpha).$	1.0		
1.2	<p>Получено выражение для силы натяжения ленты при её отрыве:</p> $F = \frac{\sigma d}{1 - \cos \alpha}.$ <p>(Если получена верная формула, то за предыдущий пункт ставится балл автоматически)</p>	1.0		
1.3	Из анализа выражения для силы найден угол, соответствующий минимальной приложенной силе $\alpha = \pi$.	0.5		
2.1	Записано или используется в решении условие равновесия груза: $T = mg$.	0.5		
2.2	<p>Получено выражение для максимальной массы груза</p> $m = \frac{\sigma d}{(1 - \cos \alpha_1) \cdot g}.$	0.5		
2.3	Найдено верное числовое значение массы $m \approx 68$ г.	0.5		
3.1	Сделан рисунок (схема) с указанием необходимых для записи соотношений расстояний (прямоугольный треугольник) или приведены эквивалентные корректные геометрические рассуждения.	0.5		

3.2	<p>Записано или используется в решении выражение для длины оторванного в ходе процессе участка ленты</p> $\Delta L = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha_2} - \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha_1}.$	0.5		
3.3	<p>Записано или используется равенство длин оторванной части ленты и вертикального перемещения грузов</p> $\Delta L + L_1 = L_2 + \Delta h.$	0.5		
3.4	<p>Записано или используется в решении связь расстояний $H = L \sin \alpha$.</p>	0.5		
3.5	<p>Найдено вертикальное перемещение грузов</p> $\Delta h = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha_2} - \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha_1} + \frac{H}{\sin \alpha_1} - \frac{H}{\sin \alpha_2}.$ <p>Если числовое значение Δh найдено верно, то балл за данный пункт ставится автоматически.</p>	0.5		
3.6	<p>Получено верное числовое значение: $\Delta h = 0,146$ м.</p>	0.5		
3.7	<p>Записан закон изменения полной механической энергии</p> $(m + M)g \cdot \Delta h = A = \sigma d \Delta L.$	1.0		
3.8	<p>Получено выражение для массы добавленного груза</p> $M = \frac{\sigma d \Delta L}{g \Delta h} - m.$	0.5		
3.9	<p>Найдено верное числовое значение массы груза $M \approx 32$ г.</p>	0.5		

3.10	<p>Записан второй закон Ньютона для системы грузов:</p> $(m + M)a = (m + M)g - T(\alpha).$	1.0		
3.11	<p>Получено выражение для ускорения грузов:</p> $a = g - \frac{\sigma d}{(m + M)(1 - \cos \alpha)}.$	1.0		
3.12	<p>Найдено верное числовое значение ускорения в начальный момент</p> $a_1 \approx 3,2 \text{ м/с}^2.$	0.5		
3.13	<p>Найдено верное числовое значение ускорения в момент остановки</p> $a_2 \approx 4,9 \text{ м/с}^2.$	0.5		

Шифр

 Σ **11-Т3. Быстрые поршни**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1	Записано отдельно или используется в решении уравнение Менделеева – Клапейрона	0.5		
2	Для малых изменений высоты и температуры записано уравнение, эквивалентное $p_0 r^2 dh = \nu R dT$	1.0		
3	Записано отдельно или используется в решении уравнение теплового баланса	0.5		
4	Для малого промежутка времени записано уравнение теплового баланса, эквивалентное $\alpha h 2\pi r (T_0 - T) dt = \nu C_p dT$	1.0		
5	Получено выражение вида $v(T) = aT(T_0 - T)$, где $a = \frac{2\alpha\nu R^2}{\pi C_p p_0^2 r^3} = \text{const}$	1.5		
6	Проведён анализ динамики скорости движения поршня горячего цилиндра. При наличии правильного ответа для v_{Γ}^{\max} или графика зависимости скорости от температуры с качественно правильным поведением в области $T > T_0$ балл за этот пункт засчитывается автоматически.	0.5		
7	Найден момент, соответствующий максимуму скорости движения поршня горячего цилиндра	1.0		
8	Записано выражение для максимальной скорости горячего цилиндра: $v_{\Gamma}^{\max} = aT_{\Gamma}(T_{\Gamma} - T_0)$	1.0		
9	Проведён анализ динамики скорости движения поршня холодного цилиндра. При наличии правильного ответа для v_X^{\max} или графика зависимости скорости от температуры с качественно правильным поведением в области $T < T_0$ балл за этот пункт засчитывается автоматически.	0.5		
10	Найдена критическая точка, разделяющая два случая $T_X^{\text{крит}} = T_0/2$.	0.5		
11	Найдено значение максимальной скорости для случая $T_X \geq T_0/2$, которое также достигается в начальной точке движения при $T = T_X$, и равно $v_X^{\max} = aT_X(T_0 - T_X)$.	1.0		

12	Найдено значение максимальной скорости для случая $T_X < T_0/2$. Максимум скорости соответствует значению $T = T_0/2$ (вершина параболы) и равен $v_X^{\max} = aT_0^2/4$.	1.0		
13	Получен верный ответ для случая $T_X \geq T_0/2$: $T_\Gamma = \frac{T_0 + \sqrt{T_0^2 + 4T_X(T_0 - T_X)}}{2}.$	1.0		
14	Получен верный ответ для случая $T_X < T_0/2$: $T_\Gamma = T_0 \cdot \frac{1 + \sqrt{2}}{2}.$	1.0		

Шифр

 Σ

11-Т4. Заряд на резинке

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Записаны проекции второго закона Ньютона в виде, например: $\begin{cases} m\ddot{x} = -kx + qvB \cos(90^\circ - \alpha), \\ m\ddot{y} = -qvB \sin(90^\circ - \alpha), \end{cases}$ или $\begin{cases} m\ddot{x} = -kx + qB\dot{y}, \\ m\ddot{y} = -qB\dot{x}. \end{cases}$	2 урав. по 1.0		
1.2	Метод 1. Получено выражение: $\ddot{x} + \left[\frac{k}{m} + \left(\frac{qB}{m} \right)^2 \right] \dot{x} = 0$ или $\ddot{x} = - \left[\frac{k}{m} x + \left(\frac{qB}{m} \right)^2 \right] x.$	1.0		
1.3	Метод 1. При определении постоянных интегрирования использованы начальные условия: $x(0) = 0, \dot{x}(0) = v_0, \ddot{x}(0) = 0$ или $x(0) = 0, \dot{x}(0) = v_0$.	1.0		
1.4	Метод 1. Получено выражение: $x(t) = \frac{v_0}{\beta} \sin(\beta t)$.	1.0		
1.5	Метод 1. Получено выражение: $y(t) = \frac{qBv_0}{m\beta^2} (\cos(\beta t) - 1)$.	1.0		
1.6	Метод 1. Сделан вывод, что записанные выше уравнения – это эллиптическая траектория в параметрическом виде.	1.0		
1.7°	Метод 2. Получено выражение: $v_y = -\Omega x$.	1.0		
1.8°	Метод 2. Записан закон сохранения энергии: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(v_x^2 + v_y^2)}{2} + \frac{kx^2}{2}$.	1.0		
1.9°	Метод 2. Получено выражение: $\frac{dy}{dx} = \frac{\Omega x}{\sqrt{v_0^2 - \beta^2 x^2}}$.	1.0		
1.10°	Метод 2. Получено выражение: $y = \gamma(\sqrt{a^2 - x^2} - a)$.	1.0		
1.11°	Метод 2. Получено уравнение эллипса: $\left(\frac{y + \gamma a}{\gamma a} \right)^2 + \left(\frac{x}{a} \right)^2 = 1$.	1.0		

1.12	При положительном удлинении шнура $\Delta x > 0$ траектория эллипс с большой и малой полуосями: $a = \frac{mv_0}{\sqrt{km+(qB)^2}}$, $b = \frac{qBmv_0}{km+(qB)^2}$.	1.0		
1.13	При отрицательном удлинении шнура $\Delta x < 0$ траектория окружность с радиусом $R = \frac{mv_0}{qB}$.	1.0		
2.1	Получен верный период движения заряда: $T = \frac{\pi m}{\sqrt{km+(qB)^2}} + \frac{\pi m}{qB}$.	1.0		
2.2	Дрейфовая скорость: $u = \frac{2(R-b)}{T}$.	1.0		
2.3	Получено итоговое выражение для дрейфовой скорости: $u = \frac{2kmv_0}{\pi\sqrt{km+(qB)^2}(qB+\sqrt{km+(qB)^2})}$.	1.0		

Шифр

 Σ **11-Т5. Цилиндр**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Указано, что в направлении оси цилиндра увеличение отсутствует.	1.0		
1.2	Записан закон преломления света: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2.$	1.0		
1.3	Записана система уравнений, из которой можно получить положение изображения. Например: $\begin{cases} \Gamma x = \frac{x(h+H)}{h} \\ \Gamma x = \frac{nx(h+R+H)}{h+R} \end{cases}$	2 точки по 1.0		
1.4	Получена формула увеличения цилиндра в направлении, перпендикулярном его оси: $\Gamma = \frac{nR}{R - (n - 1)h}.$	1.0		
1.5	По фотографии определено увеличение Γ . Узкие ворота: $\Gamma = [19; 22]$. — Широкие ворота: $\Gamma = [18; 23]$.	1.0 <i>0.5</i>		
1.6	Указано, что отрезано меньше половины цилиндра.	1.0		
1.7	Найдена формула для ширины области видимости: $\frac{d}{2R} = 1 - \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{R}.$	2.0		
1.8	По фотографии определено отношение $d/(2R)$. Узкие ворота: $\frac{d}{2R} = [0.39; 0.43]$. — Широкие ворота: $\frac{d}{2R} = [0.36; 0.46]$.	1.0 <i>0.5</i>		
1.9	Получен числовой ответ для показателя преломления. Узкие ворота: $n = [1.42; 1.60]$.	1.0		

	— Широкие ворота: $n = [136; 167]$.	0.5		
2.1	Получен числовой ответ для доли. Узкие ворота: $\frac{y}{R} = [0,40; 0,55]$.	1.0		
	— Широкие ворота: $\frac{y}{R} = [0,30; 0,60]$.	0.5		