

Шифр

 $\Sigma$ 

## 10-Т1. Опять 45?

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Получен ответ $v_{m1} = \sqrt{gl}$ .	1.0		
2.1	Обосновано, что необходимо рассматривать такие броски, при которых $v_y$ меняет знак до достижения границы 1.	1.0		
2.2	Указано или явно видно из обозначений на рисунке, что характерная траектория обладает центральной симметрией относительно точки пересечения границы 1.	1.0		
2.3	Сформулировано достаточное условие в форме $h > H/2$ (или другое эквивалентное).	1.0		
2.4	Достаточное условие переписано в виде уравнения или неравенства с двумя неизвестными: $v_0$ и $\alpha$ .	1.0		
2.5	Обосновано, что камень нужно бросать под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту.	1.0		
2.6	Получен ответ $v_{m2} = \sqrt{2(2 - \sqrt{2})gl} \approx \sqrt{1,17lg}$ .	1.0		
3.1	Обосновано, что камень пересекает границу 2 со скоростью $\vec{v}_0$ .	1.0		
3.2	Указано, что камень пересекает границу 2 на высоте вдвое большей, чем границу 1.	1.0		
3.3	Обосновано, что камень нужно бросать под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту.	1.0		
3.4	Приведено верное выражение для $L_{m2} - 2l$ , но не для $L_{m2}$ . При верном выражении для $L_{m2}$ балл за данный пункт ставится автоматически.	0.5		
3.5	Получен ответ $L_{m2} = 2l + \frac{v_0^2}{2g} + \sqrt{\left(2l + \frac{v_0^2}{2g}\right)^2 - 6l^2}$ .	1.0		
4.1	Получен ответ $L_{m3} = (2 + \sqrt{2})l \approx 3,41l$ .	1.0		
	Засчитывается любая форма записи ответа, соответствующая $L_{m3}/l \approx 3,41$ .			

Шифр

 $\Sigma$ 

## 10-Т2. Раскрутка трением

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	В решении указано, что сила трения, действующая на правый диск, меняет своё направление в некоторой точке, где скорости точек валика и правого диска равны.	0.5		
1.2	Указано, что равнодействующая силы трения $f\Delta y$ , действующей на участок длиной $\Delta y$ правого диска, приложена к его середине (или представлен любой другой способ, позволяющий рассчитать суммарный момент силы трения, действующей на правый диск на участке).	1.0		
1.3	Записано выражение для модуля момента силы трения, действующей на правый диск на участке с координатами от 0 до $y_x$ : $fy_x \cdot \frac{y_x}{2}$ (или иное эквивалентное соотношение).	1.0		
1.4	Записано выражение для модуля момента силы трения, действующей на правый диск на участке с координатами от $y_x$ до $R$ : $f(R - y_x) \cdot \frac{R+y_x}{2}$ (или иное эквивалентное соотношение).	1.0		
1.5	Правильно записано уравнение моментов для правого диска.	0.5		
1.6	Получено соотношение $y_x = \frac{R}{\sqrt{2}}$ (или иное эквивалентное соотношение).	1.0		
1.7	Указано, что сила трения, действующая на валик со стороны левого диска меняет своё направление в некоторой точке, где скорости точек валика и левого диска равны.	0.5		
1.8	Записано выражение для модуля момента силы трения, действующей на валик на участке с координатами от 0 до $y_x$ : $fy_x \cdot r$ (или иное эквивалентное соотношение).	0.5		
1.9	Записано выражение для модуля момента силы трения, действующей на валик на участке с координатами от $y_x$ до $y_0$ : $f(y_0 - y_x) \cdot r$ (или иное эквивалентное соотношение).	0.5		

1.10	Записано выражение для модуля момента силы трения, действующей на валик на участке с координатами от $y_0$ до $2R$ : $f(2R - y_0) \cdot r$ (или иное эквивалентное соотношение).	0.5		
1.11	Правильно записано уравнение моментов для валика.	0.5		
1.12	Получено соотношение $y_0 = y_x + R$ (или иное эквивалентное).	1.5		
1.13	В решении показано, что скорости точек правого и левого диска с координатами $y_x$ и $y_0$ соответственно равны. Т.е. записано соотношение $\omega_x \cdot y_x = \omega_0 \cdot (2R - y_0)$ (или иное эквивалентное).	1.0		
1.14	Получен ответ $\omega_x = \omega_0(\sqrt{2} - 1)$ .	2.0		

$\Sigma$
----------

## Шифр

**10-ТЗ. Клейкая лента**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	<p>Записана или используется в решении связь перемещения точки приложения силы и длины оторвавшейся части ленты при фиксированном угле приложения силы <math>\alpha</math>:</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	Записано или используется в решении выражение для длины оторванного в ходе процессе участка ленты $\Delta L = \frac{H}{\operatorname{tg}\alpha_2} - \frac{H}{\operatorname{tg}\alpha_1}.$	0.5		
3.3	Записано или используется равенство длин оторванной части ленты и вертикального перемещения грузов $\Delta L + L_1 = L_2 + \Delta h.$	0.5		
3.4	Записано или используется в решении связь расстояний $H = L \sin \alpha$ .	0.5		
3.5	Найдено вертикальное перемещение грузов $\Delta h = \frac{H}{\operatorname{tg}\alpha_2} - \frac{H}{\operatorname{tg}\alpha_1} + \frac{H}{\sin \alpha_1} - \frac{H}{\sin \alpha_2}.$  Если числовое значение $\Delta h$ найдено верно, то балл за данный пункт ставится автоматически.	0.5		
3.6	Получено верное числовое значение: $\Delta h = 0,146$ м.	0.5		
3.7	Записан закон изменения полной механической энергии $(m + M)g \cdot \Delta h = A = \sigma d \Delta L.$	1.0		
3.8	Получено выражение для массы добавленного груза $M = \frac{\sigma d \Delta L}{g \Delta h} - m.$	0.5		
3.9	Найдено верное числовое значение массы груза $M \approx 32$ г.	0.5		
3.10	Записан второй закон Ньютона для системы грузов: $(m + M)a = (m + M)g - T(\alpha).$	1.0		

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

$\Sigma$
----------

## Шифр

**10-Т4. Трубка со ртутью**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	<p>Записаны выражения для давлений в каждой части трубки при смещении <math>h_0</math>:</p> $P_{\text{л}} = P_A \frac{l}{l - h_0}, \quad P_{\text{п}} = P_A \frac{l}{l + h_0}.$ <p><i>Примечание:</i> участник может рассмотреть смещение столбика ртути в другую сторону, тогда в выражениях для давлений индексы “л” и “п” поменяются местами.</p>	1.0		
1.2	Явно указано или используется в решении, что для равновесия ртути разность давлений в правой и левой частях трубки должна быть равна $2\rho gh_0$ .	1.0		
1.3	Верно записано условие равновесия для столбика ртути после переворота трубки.	1.0		
1.4	Найден правильный ответ $h_0 = 0$ мм.	1.0		
2.1	Записаны выражения для давлений в каждой части трубки при смещении $h_1$ (с учётом того, что температура изменилась), либо указано, что в выкладках для п.1 атмосферное давление можно заменить на $0,8P_A$ .	1.0		
2.2	Из условия равновесия получено квадратное уравнение относительно $h_1$ (или эквивалентное, сводящееся к квадратному), либо подставлено давление $0,8P_A$ в решение уравнения для п.1.	1.0		
2.3	Найдено правильное значение смещения $h_1 = 125$ мм.	1.0		
3.1	Записаны выражения для давлений в каждой части трубки при смещении $h_1$ (с учётом того, что температура изменилась), либо указано, что в выкладках для п.1 атмосферное давление можно заменить на $0,8P_A$ .	1.0		
3.2	Показано с обоснованием, что ртуть полностью перельётся в одну из частей трубки.	0.5		

3.3	Явно указано или используется в решении, что для равновесия разность давлений по разные стороны от столбика ртути должна быть равна $\rho g l / 2$ .	0.5		
3.4	Из условия равновесия получено квадратное уравнение относительно $h_2$ (или эквивалентное, сводящееся к квадратному).	1.0		
3.5	Найдено правильное значение смещения $h_2 \approx 172$ мм.	1.0		
4.1	Доказано, что найденное положение равновесия устойчиво. Возможны различные варианты доказательства: - через нахождение зависимостиозвращающей силы от смещения $x$ ; - словесное описание через анализ изменения давления при смещении столбика ртути от положения равновесия.	1.0		

Шифр

 $\Sigma$ 

## 10-Т5. Термистор

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Записана формула $U_0^2 G = k(t - t_{\text{в}})$ или ей аналогичная. <i>Примечание 1:</i> Достаточно привести формулу в общем виде, без подстановки конкретных значений температур и проводимости. <i>Примечание 2:</i> Требуемая формула может быть приведена неявно, например, в виде системы уравнений ( $P_1 = U_0^2 G$ , $P_2 = k(t - t_{\text{в}})$ , $P_1 = P_2$ ). Балл в этом случае выставляется. <i>Примечание 3:</i> При отсутствии расшифровки для мощностей $P_1$ и $P_2$ балл не ставится.	1.0		
1.2	Указано, что $G(29 \text{ }^{\circ}\text{C})/G_{25} = 1,2$ . <i>Примечание:</i> Если вместо требуемого значения проводимости указано <b>только</b> значение при температуре $27 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , то есть $G(27 \text{ }^{\circ}\text{C})/G_{25} = 1,1$ , этот пункт оценивается в 0 баллов.	0.5		
1.3	Корректно получено уравнение $G(t) = 0,6G_{25}$ или аналогичное. <i>Примечание:</i> Аргумент функции $G$ может быть указан как $t_1 + 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , описан словами или не указан вовсе. Здесь важен коэффициент 0,6. Если в уравнении стоит, например, коэффициент 0,55, баллы не ставятся.	1.0		
1.4	Найдено решение ( $14 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) уравнения $G = 0,6G_{25}$ .	0.5		
1.5	Получено, что $t_1 = 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . <i>Примечание:</i> Если ответ получен корректным способом, балл за предыдущий пункт критериев должен ставиться автоматически.	0.5		
2.1	Предложена корректная методика нахождения температуры термистора: <ul style="list-style-type: none"> <li>• получена функция <math>G(t) = 0,6 \cdot \frac{1}{\text{ }^{\circ}\text{C}} \cdot G_{25}(t - 38,5 \text{ }^{\circ}\text{C})</math> и предложен графический способ нахождения температуры <i>или</i></li> <li>• предложена реализуемая методика постепенного подбора значения температуры.</li> </ul>	2.0		

2.2	Корректным способом получен численный ответ, попадающий в диапазон [41,5 ; 42,5] °C. <i>Примечание:</i> При решении методом постепенного подбора в работе должен быть явно представлен процесс подбора с указанием результатов промежуточных итераций. Иначе ответ оценивается в 0 баллов.	1.5		
3.1	Записана формула $4U_0^2G = k(t - 24 \text{ } ^\circ\text{C})$ или ей аналогичная.	0.5		
3.2	Предложена корректная методика нахождения температуры термистора: <ul style="list-style-type: none"> <li>• получена функция <math>G(t) = 0,15 \cdot \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot G_{25}(t - 24 \text{ } ^\circ\text{C})</math> и предложен графический способ нахождения температуры или</li> <li>• предложена реализуемая методика постепенного подбора значения температуры.</li> </ul>	1.0		
3.3	Корректным способом получено значение проводимости ( $G(t_2)/G_{25} = 1,50 \pm 0,05$ ) или температуры термистора ( $t_2 = 34,0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ). <i>Примечание:</i> При решении методом постепенного подбора в работе должен быть явно представлен процесс подбора с указанием результатов промежуточных итераций. Иначе ответ оценивается в 0 баллов.	1.0		
3.4	Получена связь между фактической температурой термистора $t_2$ и показанием прибора $t_*$ : $G(t_*) = 2G(t_2)$ .	1.5		
3.5	Корректным способом получен численный ответ, попадающий в диапазон [50,5 ; 52,5] °C.	1.0		