

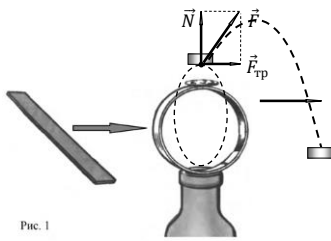
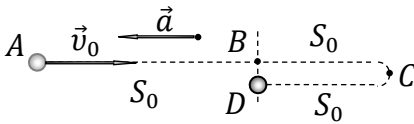
9 класс

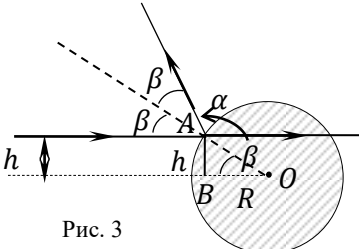
Код работы \_\_\_\_\_

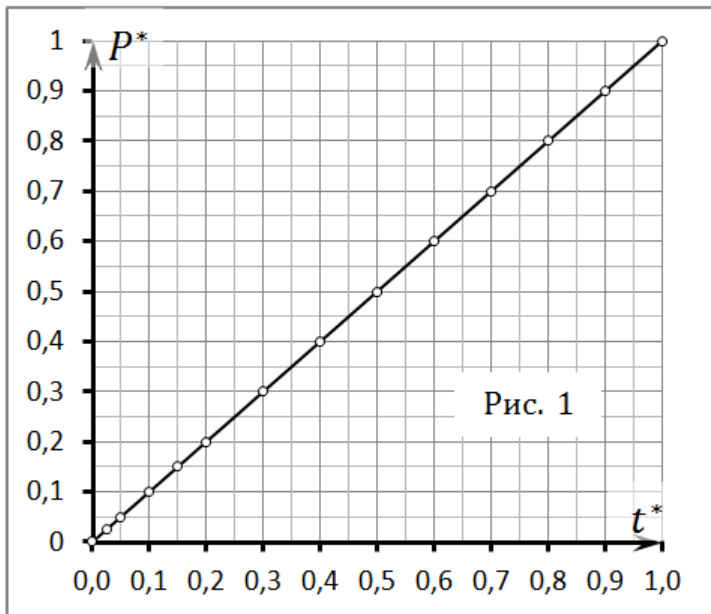
## Таблица результатов

	Задание	$\Sigma_{max}$	Балл жюри	Апелляция	Результат	Подпись
9-1.	«Разминка»	45				
9-2.	«Непостоянный ток»	43				
9-3.	«Железнодорожный мост»	62				
$\Sigma_{max}$		150	$\Sigma :$			

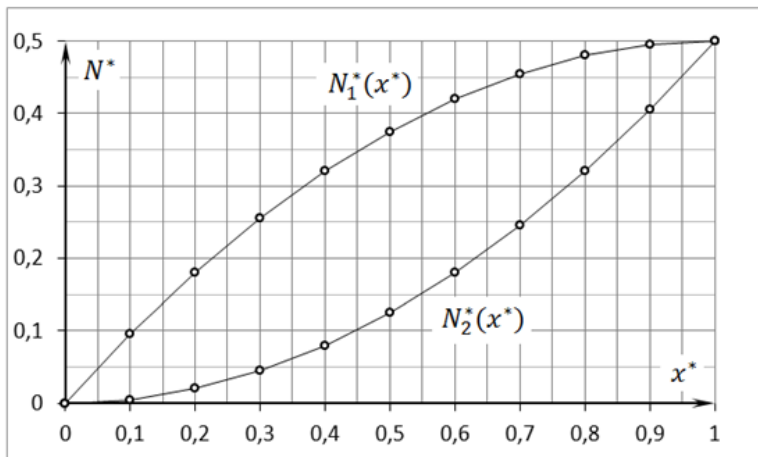
## Схемы оценивания заданий

Пункт	Содержание	Баллы	Оценки жюри
<b>Задание 9-1. «Разминка» (45 баллов)</b>			
1.	<p><b>«Посмотри и объясни»</b> Начерчен и проанализирован Рис.1 с правильной деформацией кольца при ударе линейкой снаружи, указано, что монета после удара подлетит вверх и вперед (по параболе).</p>  <p>Рис. 1</p>	5	
	Отмечена причина такого поведения – достаточно резкое горизонтальное сжатие кольца при ударе линейкой снаружи и (при сохранении периметра!) быстрое вертикальное «вздутие» кольца (см. Рис. 1) в верхней точке (где лежит монета).	3	
	Подчеркнуто, что за движение монеты в процессе удара «отвечают» силы реакции и трения со стороны кольца, а в процессе полёта – сила тяжести.	3	
	Решение оформлено аккуратно, с достаточными комментариями, рисунками и пояснениями.	2	
2.	<p><b>«Путь частицы»</b> Проанализированы направления векторов начальной скорости и ускорения, при которых возможно выполнение условия задачи. Начерчен Рис. 2.</p>  <p>Рис. 2</p>	4	
	<p>Записаны (1) – (3) (или эквивалентные соотношения), показаны условия возможности выполнения условия задачи.</p> $l_2 = 2 \left( v_0 t_1 + 2 \frac{at_1^2}{2} \right) = 2l_1 + at_1^2 > 2l_1.$	3	

	Проанализированы различные взаимные положения точек на траектории, записаны (4), (5). Получено (6) или эквивалентные равенства $t_1 = \frac{2v_0}{3a}.$	3	
	Рассмотрен вариант в верхней точке траектории. Получены (7) – (8), правильно найдены путь и скорость частицы $l_3 = 3l_1 + 2l_1 = 5l_1,$ $v = \frac{4l_1}{t_1}.$	2	
	Решение оформлено аккуратно, с необходимыми комментариями, рисунками и пояснениями.	2	
3.	«Зеркальный шар» Выполнен Рис. 3, правильно изображены углы падения, отражения, поворота, перпендикуляр.  Рис. 3	4	
	Правильно записано (1) для углов падения и поворота луча при отражении $\beta + \beta + \alpha = \pi .$	2	
	Правильно найден угол падения (2) $\beta = \frac{\pi - \alpha}{2}.$	3	
	Выражено (3) из прямоугольного треугольника $\sin \beta = \frac{h}{R} .$	2	
	Получено выражение (4) для радиуса $R = \frac{h}{\cos(\frac{\alpha}{2})}.$	3	
	Получен и правильно округлен численный ответ (до трех значащих цифр) $R = 86,3 \text{ мм}.$	2	
	Решение оформлено аккуратно, с достаточными комментариями, рисунками и пояснениями.	2	
Всего за задачу:		45	$\Sigma :$
<b>Задание 9-2. «Непостоянный ток» (43 балла)</b>			
1.	Записан закон Джоуля-Ленца (1) для мгновенной мощности $P(t)$ тока на резисторе $P(t) = (I(t))^2 R .$	2	
	Получено (2) для безразмерной мгновенной мощности на резисторе $P^*(t^*) = \frac{P(t)}{I_0^2 R} = \frac{(I(t))^2 R}{I_0^2 R} = \frac{(I(t))^2}{I_0^2} = \left(\frac{I(t)}{I_0}\right)^2 = (I^*)^2 .$	3	
	По приведенным точкам правильно рассчитаны данные и полностью заполнена Таблица 2. в Листе ответов.	5	

	<div>Таблица 2.</div> <table><tr><td><math>t^*</math></td><td>0,0</td><td>0,025</td><td>0,05</td><td>0,1</td><td>0,15</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td><td>1,0</td></tr><tr><td><math>I^*</math></td><td>0,00</td><td>0,16</td><td>0,22</td><td>0,32</td><td>0,39</td><td>0,45</td><td>0,55</td><td>0,63</td><td>0,71</td><td>0,77</td><td>0,84</td><td>0,89</td><td>0,95</td><td>1,00</td></tr><tr><td><math>P^*</math></td><td>0,00</td><td>0,0256</td><td>0,484</td><td>0,1024</td><td>0,1521</td><td>0,2025</td><td>0,3025</td><td>0,3969</td><td>0,5041</td><td>0,5929</td><td>0,7056</td><td>0,7921</td><td>0,9025</td><td>1,00</td></tr></table>	$t^*$	0,0	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$I^*$	0,00	0,16	0,22	0,32	0,39	0,45	0,55	0,63	0,71	0,77	0,84	0,89	0,95	1,00	$P^*$	0,00	0,0256	0,484	0,1024	0,1521	0,2025	0,3025	0,3969	0,5041	0,5929	0,7056	0,7921	0,9025	1,00		
$t^*$	0,0	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0																																		
$I^*$	0,00	0,16	0,22	0,32	0,39	0,45	0,55	0,63	0,71	0,77	0,84	0,89	0,95	1,00																																		
$P^*$	0,00	0,0256	0,484	0,1024	0,1521	0,2025	0,3025	0,3969	0,5041	0,5929	0,7056	0,7921	0,9025	1,00																																		
2.	<div>На Бланке 1. правильно (по рассчитанным точкам из Таблицы 2.) построен график полученной зависимости.</div> <div></div>	5																																														
	<div>Проанализирована полученная кривая: указано, что она прямая (даже «с учетом» погрешности округления), выходящая из начала координат (прямая пропорциональность). Отмечено, что угловой коэффициент прямой в выбранных безразмерных координатах равен единице.</div>	2																																														
3.	<div>Сформулирована идея решения: разбиваем процесс на малые временные промежутки <math>\Delta t_i</math>, в течение которых можно считать мгновенную мощность <math>P_i</math> постоянной.</div>	3																																														
	<div>Записано (3) количество теплоты, выделяемое в цепи за малый <math>i</math>-ый промежуток времени</div> <div><math display="block">\Delta Q_i = P_i \Delta t_i = I_i^2 R \Delta t_i = (I^*(t^*) \cdot I_0)^2 R \cdot (\Delta t^* t_0) = (I^*(t^*))^2 \Delta t^* (I_0^2 R t_0) .</math></div>	2																																														
	<div>Записано (4) для всего количества теплоты через площадь</div> <div><math display="block">Q = \sum_i^{\infty} \Delta Q_i = \sum_i^{\infty} (I^*(t^*))^2 \Delta t^* (I_0^2 R t_0) = I_0^2 R t_0 \sum_i^{\infty} (I^*(t^*))^2 \Delta t^* .</math></div>	2																																														
	<div>Записано уравнение теплового баланса (5) для количества теплоты, выделившейся за весь промежуток времени в цепи резистора</div> <div><math display="block">Q = \sum_i^{\infty} P_i \Delta t_i = cm(t_2 - t_1) .</math></div>	3																																														
	<div>Посчитано (6) за время <math>t_1 = 8,0</math> мин как площадь соответствующего прямоугольного треугольника под графиком</div> <div><math display="block">Q = \frac{1}{2} \cdot (0,8)^2 \cdot (1,0)^2 \cdot 200 \cdot 10 \cdot 60 \text{ (Дж)} = 38400 \text{ Дж} .</math></div>	2																																														
	<div>Вычислено (7) и (8), на сколько <math>\Delta t</math> градусов нагреется вода за это время</div> <div><math display="block">\Delta t = \frac{Q}{cm} = \frac{38400}{4200 \cdot 0,10} \text{ (}^\circ\text{C)} = 91 \text{ }^\circ\text{C} .</math></div>	3																																														

	Численное значение правильно округлено (до двух значащих цифр).	2	
4.	Правильно записано (9), получено (10) для времени закипания воды $Q = \frac{1}{2} \cdot (x)^2 \cdot (1,0)^2 \cdot 200 \cdot 600 \text{ (Дж)} = 42000 \text{ Дж},$ $x = 0,84.$	4	
	Правильно вычислено и округлено (11), за какое время $t_2$ вода закипит $t_2 = 8,4 \text{ мин} = 5,0 \cdot 10^2 \text{ с}.$	3	
	Решение оформлено аккуратно, с необходимыми комментариями, рисунками и пояснениями.	2	
Всего за задачу:		43	$\Sigma :$
<b>Задание 9-3. «Железнодорожный мост» (62 балла)</b>			
Часть 1. Балка на опорах			
1.1	Указано, что правило моментов выполняется относительно любой оси (при сумме сил, равной нулю, т.е. при равновесии).	2	
	На основании предыдущего пункта выбрана точка $D$ и записано правило моментов (1) $N_1(l_1 + l_2) = mgl_2.$	2	
	Из (1) или иначе найдено (2) для силы $N_1$ $N_1 = \frac{l_2}{l_1 + l_2} mg.$	3	
	Выбрана точка $C$ и записано правило моментов (3) $N_2(l_1 + l_2) = mgl_1.$	2	
	Из (3) или иначе найдено (4) для силы $N_2 = \frac{l_1}{l_1 + l_2} mg.$	3	
1.2	Правильно указано, что сила тяжести жучка $m_1g$ увеличит силу реакции $N_1$ в ближней опоре $C$ системы ( $\Delta N_1 > 0$ ) и, соответственно, уменьшит в дальней $N_2$ ( $\Delta N_2 < 0$ ). Записано (7) $N_1^* = N_1 + \Delta N_1$ $N_2^* = N_2 - \Delta N_2.$	4	
	Записано правило моментов (8) $mgl_1 = (N_2 - \Delta N_2)(l_1 + l_2) + m_1gl_3.$	3	
	Получено (9) $\Delta N_2 = \frac{l_3}{l_1 + l_2} m_1g.$	3	
	Совершенно аналогично записано правило моментов относительно точки $D$ системы и найдено (10) $\Delta N_1 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{l_1 + l_2} m_1g.$	3	
1.3	Использовано (7) и (9), получено верное выражение (13) для массы $\frac{l_1}{l_1 + l_2} mg = \frac{l_3}{l_1 + l_2} m_2g.$	2	

	Получено верное выражение (14) для массы $m_2 = \frac{l_1}{l_3} m.$	3																																					
Часть 2. Длинный поезд																																							
2.1	Записано (15) для массы поезда $m(x) = \lambda x .$	2																																					
	Правильно найдены расстояния от центра масс поезда до соответствующих опор моста $l_1 = x/2$ и $l_2 = l_0 - x/2$ . Использованы (2) и (3), получены (16) и (17) $N_1(x) = \frac{l_2}{l_1+l_2} mg = \frac{l_0-x/2}{l_0} \lambda x g = \frac{(2l_0-x)x}{2l_0} \lambda g,$ $N_2(x) = \frac{l_1}{l_1+l_2} mg = \frac{x/2}{l_0} \lambda x g = \frac{x^2}{2l_0} \lambda g.$	6																																					
2.2	Правильно выведены безразмерные зависимости (18) и (19). $N_1^*(x^*) = \frac{N_1(x)}{\lambda g l_0} = \frac{l_0-x/2}{l_0} \frac{\lambda x g}{\lambda g l_0} = \left(1 - \frac{x^*}{2}\right) x^*,$ $N_2^*(x^*) = \frac{N_2(x)}{\lambda g l_0} = \frac{x/2}{l_0} \frac{\lambda x g}{\lambda g l_0} = \frac{(x^*)^2}{2}.$  Посчитаны данные и занесены в Таблицу 3. Построен правильный график на Бланке 2.  Таблица 3. <table><tr><td><math>x^*</math></td><td>0</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td><td>1</td></tr><tr><td><math>N_1^*(x^*)</math></td><td>0</td><td>0,095</td><td>0,18</td><td>0,255</td><td>0,32</td><td>0,375</td><td>0,42</td><td>0,455</td><td>0,48</td><td>0,495</td><td>0,5</td></tr><tr><td><math>N_2^*(x^*)</math></td><td>0</td><td>0,005</td><td>0,02</td><td>0,045</td><td>0,08</td><td>0,125</td><td>0,18</td><td>0,245</td><td>0,32</td><td>0,405</td><td>0,5</td></tr></table> 	$x^*$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	$N_1^*(x^*)$	0	0,095	0,18	0,255	0,32	0,375	0,42	0,455	0,48	0,495	0,5	$N_2^*(x^*)$	0	0,005	0,02	0,045	0,08	0,125	0,18	0,245	0,32	0,405	0,5	4	
	$x^*$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1																											
$N_1^*(x^*)$	0	0,095	0,18	0,255	0,32	0,375	0,42	0,455	0,48	0,495	0,5																												
$N_2^*(x^*)$	0	0,005	0,02	0,045	0,08	0,125	0,18	0,245	0,32	0,405	0,5																												
		5																																					
2.3	Из (18) и (19) получено (20) $N_1^*(x^*) - N_2^*(x^*) = \left(1 - \frac{x^*}{2}\right) x^* - \frac{(x^*)^2}{2} = (1 - x^*) x^*.$	4																																					
	Найдено (21) для максимальной разности $x_1^* = 0,5.$	2																																					
2.4	Проанализировано и получено (22) $x_2^* = 1,0.$	2																																					
	Решение и чертежи выполнены аккуратно, с необходимыми комментариями и пояснениями.	2																																					
Всего за задачу:		62	$\Sigma :$																																				
Суммарный балл за все задачи:		150	$\Sigma :$																																				