

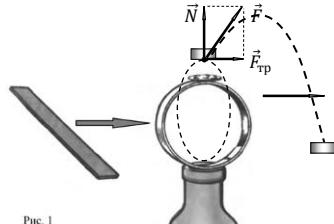
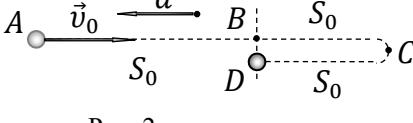
9 класс

Код работы _____

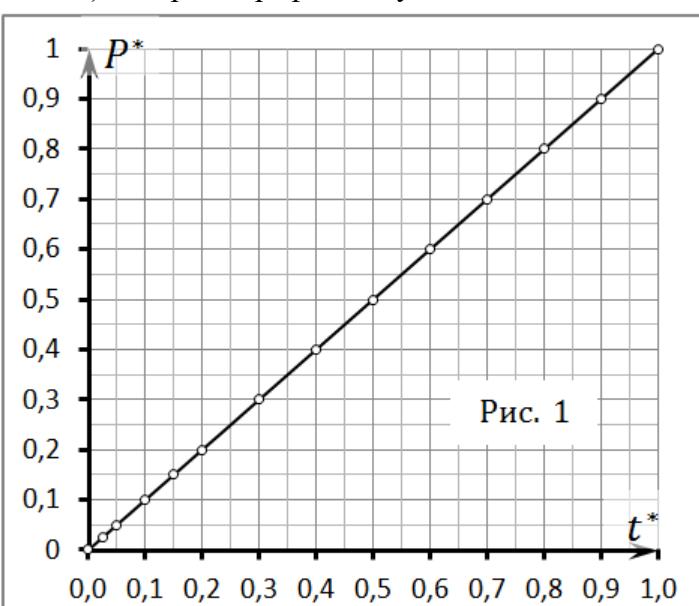
Таблица результатов

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

Схемы оценивания заданий

Пункт	Содержание	Баллы	Оценки жюри
Задание 9-1. «Разминка» (45 баллов)			
1.	<p>«Посмотри и объясни» Начертен 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	
	<p>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).</p> <p>Подчеркнуто, что за движение монеты в процессе удара «отвечают» силы реакции и трения со стороны кольца, а в процессе полёта – сила тяжести.</p> <p>Решение оформлено аккуратно, с достаточными комментариями, рисунками и пояснениями.</p>	3	
2.	<p>«Путь частицы» Проанализированы направления векторов начальной скорости и ускорения, при которых возможно выполнение условия задачи. Начертен Рис. 2.</p>  <p>Рис. 2</p> <p>Записаны (1) – (3) (или эквивалентные соотношения), показаны условия возможности выполнения условия задачи.</p> $l_2 = 2 \left(v_0 t_1 + 2 \frac{at_1^2}{2} \right) = 2l_1 + at_1^2 > 2l_1.$	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	

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

	<p>Таблица 2.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>t^*</th><th>0,0</th><th>0,025</th><th>0,05</th><th>0,1</th><th>0,15</th><th>0,2</th><th>0,3</th><th>0,4</th><th>0,5</th><th>0,6</th><th>0,7</th><th>0,8</th><th>0,9</th><th>1,0</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I^*</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>P^*</td><td>0,00</td><td>0,0256</td><td>0,0484</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> </tbody> </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	0,0484	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	0,0484	0,1024	0,1521	0,2025	0,3025	0,3969	0,5041	0,5929	0,7056	0,7921	0,9025	1,00																																		
2.	<p>На Бланке 1. правильно (по рассчитанным точкам из Таблицы 2.) построен график полученной зависимости.</p>  <p style="text-align: center;">Рис. 1</p>	5																																														
	<p>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.</p>	2																																														
3.	<p>Сформулирована идея решения: разбиваем процесс на малые временные промежутки Δt_i, в течение которых можно считать мгновенную мощность P_i постоянной.</p> <p>Записано (3) количество теплоты, выделяемое в цепи за малый -ый промежуток времени</p> $\Delta Q_i = P_i \Delta t_i = I_i^2 R \Delta t_i = (I^*(t^*) \cdot I_0)^2 R \cdot (\Delta t^* t_0) = (I^*(t^*))^2 \Delta t^* (I_0^2 R t_0).$ <p>Записано (4) для всего количества теплоты через площадь</p> $Q = \sum_i^\infty \Delta Q_i = \sum_i^\infty (I^*(t^*))^2 \Delta t^* (I_0^2 R t_0) = I_0^2 R t_0 \sum_i^\infty (I^*(t^*))^2 \Delta t^*.$ <p>Записано уравнение теплового баланса (5) для количества теплоты, выделившейся за весь промежуток времени в цепи резистора</p> $Q = \sum_i^\infty P_i \Delta t_i = cm(t_2 - t_1).$ <p>Посчитано (6) за время $t_1 = 8,0$ мин как площадь соответствующего прямоугольного треугольника под графиком</p> $Q = \frac{1}{2} \cdot (0,8)^2 \cdot (1,0)^2 \cdot 200 \cdot 10 \cdot 60 \text{ (Дж)} = 38400 \text{ Дж.}$ <p>Вычислено (7) и (8), на сколько Δt градусов нагреется вода за это время</p> $\Delta t = \frac{Q}{cm} = \frac{38400}{4200 \cdot 0,10} (\text{°C}) = 91 \text{ °C.}$	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	$\Sigma :$

Задание 9-3. «Железнодорожный мост» (62 балла)

Часть 1. Балка на опорах

	Указано, что правило моментов выполняется относительно любой оси (при сумме сил, равной нулю, т.е. при равновесии).	2	
1.1	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	
1.2	Из (3) или иначе найдено (4) для силы $N_2 = \frac{l_1}{l_1 + l_2} mg.$	3	
	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	
1.2	Записано правило моментов (8) $mgl_1 = (N_2 - \Delta N_2)(l_1 + l_2) + m_1gl_3.$	3	
	Получено (9) $\Delta N_2 = \frac{l_3}{l_1 + l_2} m_1 g.$	3	
1.3	Совершенно аналогично записано правило моментов относительно точки D системы и найдено (10) $\Delta N_1 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{l_1 + l_2} m_1 g.$	3	
	Использовано (7) и (9), получено верное выражение (13) для массы $\frac{l_1}{l_1 + l_2} mg = \frac{l_3}{l_1 + l_2} m_2 g.$	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																																					
	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.	4																																					
	Таблица 3. <table border="1"> <thead> <tr> <th>x^*</th><th>0</th><th>0,1</th><th>0,2</th><th>0,3</th><th>0,4</th><th>0,5</th><th>0,6</th><th>0,7</th><th>0,8</th><th>0,9</th><th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$N_1^*(x^*)$</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>$N_2^*(x^*)$</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> </tbody> </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	5	
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																												
2.2		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	$\Sigma :$																																				