

Задача Ru22-10-T1. Три тигра
Шифр

$\Sigma =$

	Пункт разбалловки	Балл	Наличие
1.1	Показано, что скорость сближения 1 и 2 тигров постоянна и равна	0.50	
1.2	Определено время встречи $t = \frac{L}{v}$	1.00	
2.1	M1 Отношение скоростей сближения равно отношению сторон.	1.00	
2.2	M1 Выражение для скорости сближения 2 и 3 тигров $v_{BC} = v_2 + \frac{v_3}{\sqrt{2}}$.	0.50	
2.3	M1 Выражение для скорости сближения 1 и 3 тигров $v_{AC} = v_3 + \frac{v_1}{\sqrt{2}}$.	0.50	
2.4	M2 Равенство угловых скоростей вращения сторон треугольника $\omega_{AB} = \omega_{BC} = \omega_{AC}$	0.50	
2.5	M2 Выражение для угловой скорости вращения стороны АВ $\omega_{AB} = \frac{v_2}{AB}$	0.50	
2.6	M2 Выражение для угловой скорости вращения стороны ВС $\omega_{BC} = \frac{v_3}{\sqrt{2}BC}$	0.50	
2.7	M2 Выражение для угловой скорости вращения стороны АС $\omega_{AC} = \frac{v_1}{\sqrt{2}AC}$	0.50	
2.8	Найдена скорость $v_3 = \frac{v}{\sqrt{2}}$	1.00	
2.9	Найдена скорость $v_2 = \frac{v}{2}$	1.00	
3.1	M1 Указано, что для длительного периода времени: - векторы перемещений 1 и 2 тигров взаимно перпендикулярны; - модули перемещений соотносятся как 2:1.	2×0.50	
3.2	M1 Обоснованно, что для длительного периода времени: - векторы перемещений 1 и 2 тигров взаимно перпендикулярны; - модули перемещений соотносятся как 2:1.	2×0.50	
3.3	M1 Верно записано условие встречи тигров $\vec{S}_1 = \vec{AB} + \vec{S}_2$	0.50	
3.4	M2 Верные утверждения, позволяющие определить место встречи	0.50	
3.5	M2 Утверждение полностью обоснованно.	2.00	
3.6	M2 Утверждение частично обоснованно	1.00	
3.7	M2 Утверждение не обоснованно.	0.00	
3.8	Верная координата $x_B = \frac{4L}{5}$	0.50	
3.9	Верная координата $y_B = \frac{2L}{5}$	0.50	
4.1	Выражение для ускорений тигров через угловую скорость вращения сторон $a_i = \omega v_i$	1.00	
4.2	Выражение для угловой скорости вращения $\omega = \frac{v}{2(L-vt)}$	0.50	
4.3	Выражение для ускорений тигров от времени $a_i(t) = \frac{v}{2(L-vt)} v_i$	0.50	
4.4	Определение какой из тигров раньше начнет проскальзывать	0.20	
4.5	Определено время $\tau = \frac{L}{v} - \frac{v}{2\mu g}$	0.40	
4.6	Рассмотрен случай $\tau = 0$ при $\mu \leq \frac{v^2}{2gL}$	0.40	

Задача Ru22-10-T2. Поле цилиндра
Шифр

$\Sigma =$

	Пункт разбалловки	Балл	Наличие
1.1	Поле внутри металлического цилиндра равно нулю	0.50	
1.2	Поле в незаряженном цилиндре равно $-\vec{E}_0$	0.50	
1.3	При перемещении по горизонтали работу совершает только электрическое поле	0.50	
1.4	Модуль изменения потенциальной энергии $ W_{\text{пот}} = 2qE_0R$	0.50	
1.5	При перемещении потенциальная энергия увеличивается: $W_{\text{пот}} > 0$	0.50	
2.1	Получено выражение для потенциальной энергии в зависимости от положения или записана эквивалентная сила и определено ее направление	2.00	
2.2	Найден угол относительно вертикали для положения, соответствующего максимальной скорости (т.е. минимальной потенциальной энергии)	1.00	
2.3	Найдено минимальное значение для потенциальной энергии или изменение потенциальной энергии между начальной точкой и минимальной	0.50	
2.4	Найдено $v_{\text{макс}} = \sqrt{v_0^2 + \frac{2R}{m}(\sqrt{(mg)^2 + (E_0q)^2} - mg)}$ <i>Примечание: пункт засчитывается только в случае, если ответ выражен через величины, данные в условии</i>	1.00	
3.1	Найден угол относительно вертикали для положения, соответствующего минимальной скорости (т.е. максимальной потенциальной энергии)	1.00	
3.2	Найдено максимальное значение потенциальной энергии или изменение потенциальной энергии между начальной точкой и максимальной	0.50	
3.3	Сформулировано утверждение, что для совершения полного оборота в любой точке $N \geq 0$	0.50	
3.4	Записан второй закон Ньютона в точке отрыва: $m\vec{a} = m\vec{g} + q\vec{E} + \vec{N}$	0.50	
3.5	Найдена минимальная скорость в точке возможного отрыва для движения без отрыва	1.00	
3.6	Найдено $v_{\text{крит}} = \sqrt{\frac{2R}{m} \left(\frac{3}{2}\sqrt{(mg)^2 + (E_0q)^2} + mg \right)}$ <i>Примечание: пункт засчитывается только в случае, если ответ выражен через величины, данные в условии</i>	1.00	
3.7	$v_0 \geq v_{\text{крит}}$	0.50	

Задача Ru22-10-Т3. Электрическая тележка

Шифр

$\Sigma =$

	Пункт разбалловки	Балл	Наличие
1.1	Правильный рисунок с указанием всех сил и ускорения Две силы реакции опоры, две силы трения, сила тяжести, ускорение.	1.00	
1.2	На рисунке не указан (указан неправильно) 1 элемент	0.80	
1.3	На рисунке не указаны (указаны неправильно) 2 элемента	0.60	
1.4	На рисунке не указаны (указаны неправильно) 3 элемента	0.40	
1.5	Не рисунка или не указано (указано неправильно) 4 и более элементов	0.00	
1.6	Указано на проскальзывание, записано $F_{\text{тр}} = \mu N$	0.50	
1.7	M1 Выражение для угла наклона полных сил реакции $\text{tg}(\alpha) = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \mu$	1.00	
1.8	M1 Выражение для высоты точки пересечения линий действия полных сил реакции опоры $\frac{l}{H} = \text{tg}(\alpha)$	1.50	
1.9	M1 Записано условие, что линия действия эффективной силы тяжести проходит через точку пересечения линий действия полных сил реакции опоры $\text{tg}(\beta) = \frac{x}{H-h} = \frac{a}{g}$	1.50	
1.10	M2 Закон Ньютона в проекции на горизонтальную ось $ma_x = F_{\text{тр,лев}} - F_{\text{тр,прав}}$	1.00	
1.11	M2 Закон Ньютона в проекции на вертикальную ось $mg = N_{\text{прав}} + N_{\text{лев}}$	1.00	
1.12	M2 Равенство моментов сил в НИСО или в ИСО относительно точки на горизонтальной прямой, проходящей через ц.м.	1.00	
1.13	M2 Обоснование применения правила моментов для движущегося с ускорением объекта	1.00	
1.14	Верно определено направление ускорения (влево)	0.50	
1.15	Верно определен модуль ускорения $a = \frac{\mu g x}{l - \mu h}$	1.00	
2.1	Указано, что левое колесо не отрывается, если $N_{\text{лев}} > 0$	0.50	
2.2	Указано, что правое колесо не отрывается, если $N_{\text{прав}} > 0$	0.50	
2.3	M1 Указано, что правое колесо никогда не отрывается: ($N_{\text{прав}}$ всегда больше 0)	1.00	
2.4	M1 Указано, что $N_{\text{лев}} \leq 0$, когда центр масс правее линии действия полной силы реакции опоры Q_2	1.00	
2.5	M1 Записано условие отрыва $\text{tg}(\beta) = \text{tg}(\alpha) = \mu = \frac{x}{H-h}$	1.00	
2.6	M2 Записано выражение для $N_{\text{лев}}$	1.00	
2.7	M2 Доказано, что для $x > 0$: $N_{\text{лев}} < N_{\text{прав}}$ или записано выражение для $N_{\text{прав}}$	1.00	
2.8	M2 Получены ограничения на x в виде неравенств $x\mu h - l$ и $xl - \mu h$: - для доказанного факта $N_{\text{лев}} < N_{\text{прав}}$ - одно неравенство; - без доказанного факта $N_{\text{лев}} < N_{\text{прав}}$ - два неравенства.	1.00	
2.9	M2 Получены ограничения на x в виде равенств: - для доказанного факта $N_{\text{лев}} < N_{\text{прав}}$ - одно равенство; - без доказанного факта $N_{\text{лев}} < N_{\text{прав}}$ - два равенства. (либо за одно неравенство без доказанного факта $N_{\text{лев}} < N_{\text{прав}}$)	0.50	
2.10	M2 Не получены ограничения на x	0.00	
2.11	Окончательный ответ в виде неравенства $xl - \mu h$	1.00	
2.12	Окончательный ответ в виде равенства $x = l - \mu h$ Или окончательный ответ получен без рассмотрения отрыва правого колеса.	0.50	
2.13	Нет ответа	0.00	

Задача Ru22-10-Т4. Неизвестная жидкость под поршнем
Шифр

$\Sigma =$

	Пункт разбалловки	Балл	Наличие
1.1	Обоснование (или понимание) того, что тело вначале стоит на опорах	0.50	
1.2	Найдена формула $M = \frac{p_0 S}{2g}$	0.50	
1.3	Вычислено $M = 51 \text{ кг}$	0.50	
2.1	Указано, что вся жидкость испарилась .	1.00	
2.2	Обоснование, что вся жидкость испарилась	1.00	
2.3	Найдена формула $m_0 = \frac{2\mu p_0 S H}{RT_0}$	0.50	
2.4	Вычислено $m_0 = 12, 4 \text{ г}$	0.50	
3.1	Упоминание того факта, что в точке $(1, 5p_0; 1, 1T_0)$ происходит фазовый переход, сопровождающийся изменением объема и количества вещества в газообразном состоянии. Примечание: Ставится автоматически, если получено Q_A .	1.00	
3.2	Обоснование предыдущего пункта. Примечание: Ставится автоматически, если получено Q_A .	1.00	
3.3	Найдено $m_1 = \frac{1,5p_0 S H \mu}{1,1T_0 R} = 8, 4 \text{ г}$ (достаточно формулы)	1.00	
3.4	Указано, что в теплоте фазового перехода входит как изменение внутренней энергии, так и работа по расширению газа. Примечание: ставится автоматически, если получено Q_A .	1.00	
3.5	Найдено $Q_A = \frac{7\mu L p_0 S H}{11RT_0}$	1.00	
3.6	$Q_2 = \nu C_p \Delta T$	0.50	
3.7	$C_p = 4R$ Если этот вывод сделан из того факта, что участник подумал, что это вода, то этот балл не ставится	0.50	
3.8	$\Delta T = 0, 4T_0$	0.50	
3.9	Верная конечная формула $Q = HSp_0(\frac{7\mu L}{11RT_0} + \frac{16}{5})$ Оценивается только полностью правильное выражение.	0.50	
3.10	Верный численный ответ $Q = 11, 9 \text{ кДж}$ Также засчитывается ответ $Q = 12, 6 \text{ кДж}$, если к теплоте парообразования добавлялась работа.	0.50	

Задача Ru22-10-T5. Термоисточник
Шифр

$\Sigma =$

	Пункт разбалловки	Балл	Наличие
1.1	Утверждение, что при нулевом токе $U_{AB} = \mathcal{E}$	0.20	
1.2	Обоснование (засчитывается только при его наличии)	0.50	
1.3	Значение $\mathcal{E} = 10.0$ В из графика	0.30	
2.1	M1 Записана зависимость $U_{AB}(I)$ при малых токах: $U_{AB} = \mathcal{E} - IR_0$ ИЛИ Указано, что при малых токах $R \approx R_0$	1.00	
2.4	M1 Корректный способ определения R_0 из графика: по касательной или по близким точкам на прямолинейном участке	0.50	
2.5	M2 Составлена система аналитических уравнений, позволяющая найти R_0	1.00	
2.6	M2 Использование хотя бы 2 точек графика с хорошо определяемыми координатами	0.50	
2.7	Значение $R_0 \in [9.5; 10.5] \Omega$	1.00	
3.1	M1 Построение ВАХ резистора 10 Ом поверх нагрузочной кривой	1.00	
3.2	M2 Получено аналитическое уравнение на точку пересечения ВАХ и нагрузочной кривой	1.00	
3.3	Значение напряжения на резисторе $\in [3.7; 4.3]$ В	0.50	
4.1	Использование точки (точек) графика с хорошо определяемыми координатами	0.50	
4.2	Записаны необходимые уравнения для определения α по координатам выбранной точки	1.00	
4.3	Значение $\alpha \in [4.80; 5.40] \cdot 10^{-3} \frac{1}{C}$	1.50	
4.4	Значение α попало в ворота, но не указана верная размерность: $[\alpha] = \frac{1}{C} = \frac{1}{K}$	1.00	
4.5	Значение α не найдено или не попало в ворота	0.00	
5.1	Зависимость $I(t)$: $I^2 = \frac{\beta(t-t_0)}{R_0(1+\alpha(t-t_0))} = \frac{\beta}{R_0 \left(\frac{1}{t-t_0} + \alpha \right)}$ или тождественная	1.00	
5.2	Идея $t \rightarrow \infty$ ИЛИ Идея поиска возможных значений I	0.50	
5.3	Найдена связь между β и α или найдено числовое значение β	1.00	
5.4	Значение $I_{\text{макс}} \in [0.67; 0.73]$ А	1.00	
5.5	Указан весь диапазон недопустимых токов: $I \geq I_{\text{макс}}$ <i>Примечание. Засчитывается только при ЯВНО выписанном ВЕРНОМ неравенстве на НЕДОПУСТИМЫЕ токи</i>	0.50	