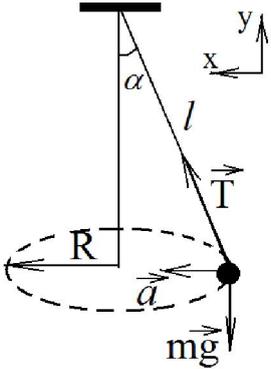
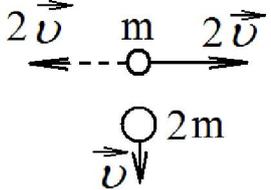
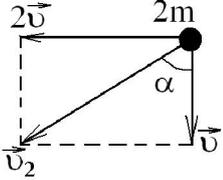


9 класс, 1 вариант

1 задача	Жонглер бросает с одного и того же уровня два шарика вертикально вверх с начальными скоростями $v_0 = 5 м/с$ один за другим через промежуток времени $\tau = 0,3 с$. Определить через какое время после броска первого шарика оба шарика окажутся на одной высоте? Ускорение свободного падения $g = 10 м/с^2$. (Ответ: 0,65 с)	Баллы
	Запишем координату первого шарика $y_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$.	5
	Координата второго $y_2 = v_0(t - \tau) - \frac{g(t - \tau)^2}{2}$.	5
	Так как шарики встретились, приравняем эти координаты и после преобразований получаем	10
	$t = \left(\frac{v_0}{g} + \frac{\tau}{2} \right) = 0,65 с$	
	Итого:	20

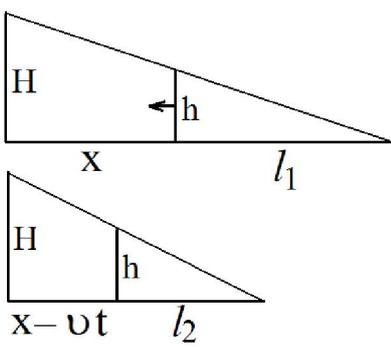
2 задача	Груз, подвешенный на легкой нити, движется по окружности в горизонтальной плоскости. Нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$. Во сколько раз нужно изменить длину нити, чтобы при той же угловой скорости угол отклонения нити от вертикали составил $\beta = 60^\circ$? (Ответ: в 1,73 раза)	Баллы
-----------------	--	-------

 <p style="text-align: center;">$\Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 1,73$</p>	<p>По II закону Ньютона</p> $\begin{cases} T \cos \alpha - mg = 0 \\ T \sin \alpha = ma = m\omega^2 R \end{cases}$ <p>Отсюда $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\omega^2 R}{g} = \frac{\omega^2 l \sin \alpha}{g}$</p> <p>Тогда угловая скорость</p> $\omega = \sqrt{\frac{g}{l_1 \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{g}{l_2 \cos \beta}}$	<p>Рис - 3</p> <p>4</p> <p>4</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>Итого: 20</p>
---	---	---

<p>3 задача</p>	 <p>(Ответ: $v\sqrt{5}$, $\arctg 2$)</p>	<p>Баллы</p>
<p>4 задача</p>	 <p>Используем закон изменения импульса $\vec{F}\Delta t = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$. Тогда для первой частицы $F_x \Delta t = m2v + m2v = 4m\upsilon$; $F_y = 0$.</p> <p>Для второй $F_x \Delta t = 2m\upsilon_x = 4m\upsilon \Rightarrow \upsilon_x = 2\upsilon$.</p> <p>Из рисунка следует, что её скорость $\upsilon_2 = \sqrt{\upsilon^2 + (2\upsilon)^2} = \upsilon\sqrt{5}$.</p> $\operatorname{tg} \alpha = \frac{2\upsilon}{\upsilon} = 2; \quad \alpha = \operatorname{arctg} 2$	<p>Рис - 3</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>5</p> <p>Итого: 20</p>

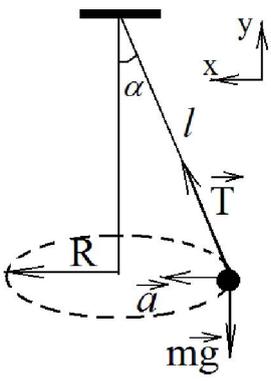
<p>4 задача</p>	<p>При пропускании тока силой $I_1 = 1,4A$ через проволоку, она нагрелась до $t_1 = 55^\circ C$, а при силе тока $I_2 = 2,8A$ - до $t_2 = 160^\circ C$. До какой температуры нагреется проволока при пропускании тока</p>	<p>Баллы</p>
-----------------	---	--------------

	$I_3 = 5,6 A$. Время пропускания тока одинаковое, считать, что сопротивление проволоки не зависит от температуры, теплоотдачей в окружающее пространство пренебречь. (Ответ: $580^\circ C$)	
	При пропускании тока в проводнике выделяется количество теплоты $Q = I^2 R \tau$, где τ - время. Если потери тепла отсутствуют, то оно идет на нагревание проводника, т.е. $Q = cm\Delta t$. Тогда	2
	$\frac{I_1^2}{I_2^2} = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} = \frac{1}{4},$	2
	Отсюда $t_0 = \frac{4t_1 - t_2}{3} = 20^\circ C$	4
	$\frac{I_1^2}{I_3^2} = \frac{t_1 - t_0}{t_3 - t_0} = \frac{1}{16}.$	4
	$t_3 = 16 t_1 - 15 t_0 = 580^\circ C$	4
	Итого:	20

5 задача	Человек ростом $h = 1\text{ м } 70\text{ см}$ идет со скоростью $v = 1\text{ м/с}$ по направлению к уличному фонарю. В некоторый момент времени длина тени человека была $l_1 = 1,8\text{ м}$, а через $t = 2\text{ с}$ стала $l_2 = 1,3\text{ м}$. На какой высоте висит фонарь? (Ответ: $8,5\text{ м}$)	Баллы
		5
	Из подобия треугольников	5
	$\frac{h}{l_1} = \frac{H}{l_1 + x} \quad (1)$	5
	$\frac{h}{l_2} = \frac{H}{l_2 + x - vt} \quad (2)$	5
	Из уравнения (1) получаем	5
	$x = \frac{l_1(H - h)}{h}$	5
	Из уравнения (2) получаем $h l_2 + h x - h v t = H l_2$. Подставляем x и находим	5
	$H = \frac{h(l_2 - l_1 - vt)}{l_2 - l_1} = 8,5\text{ м}$	5
	Итого:	20

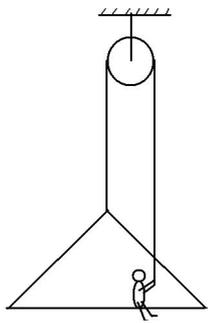
9 класс, 2 вариант

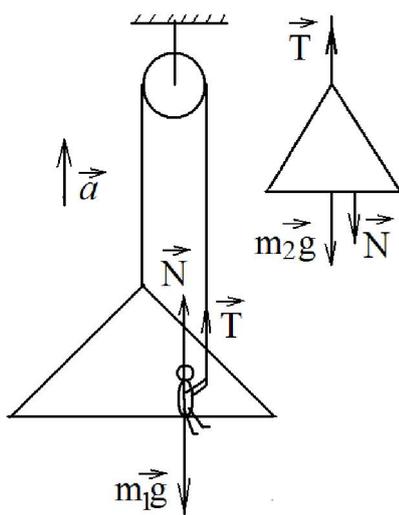
1 задача	Жонглер бросает с одного и того же уровня два шарика вертикально вверх с начальными скоростями $v_0 = 6 \text{ м/с}$ один за другим через промежуток времени τ . Через время $t = 0,8 \text{ с}$ после броска первого шарика оба шарика оказались на одной высоте. С каким интервалом τ жонглер бросает шарики? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. (Ответ: 0,4 с)	Баллы
	<p>Запишем координату первого шарика $y_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$.</p> <p>Координата второго $y_2 = v_0(t - \tau) - \frac{g(t - \tau)^2}{2}$.</p> <p>Так как шарики встретились, приравниваем эти координаты и после преобразований получаем</p> $\tau = 2\left(t - \frac{v_0}{g}\right) = 2(0,8 - 0,6) = 0,4 \text{ с}$	<p>5</p> <p>5</p> <p>10</p>
	Итого:	20

2 задача	Груз, подвешенный на легкой нити, движется по окружности в горизонтальной плоскости. Нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$. С какой угловой скоростью вращается груз, если длина нити $L = 1 \text{ м}$. ? (Ответ: 3,4 рад/с)	Баллы
	 <p>По II закону Ньютона</p> $\begin{cases} T \cos \alpha - mg = 0 \\ T \sin \alpha = ma = m\omega^2 R \end{cases}$ <p>Отсюда $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\omega^2 R}{g} = \frac{\omega^2 l \sin \alpha}{g}$</p> <p>Тогда угловая скорость</p> $\omega = \sqrt{\frac{g}{l \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 2}{1 \cdot \sqrt{3}}} = 3,4 \text{ рад/с}$	<p>Рис - 3</p> <p>4</p> <p>4</p> <p>4</p> <p>5</p>
	Итого:	20

3 задача	Движение тела описывается уравнением $x = 20 + 2t - t^2$. В этом выражении все единицы выражены в системе СИ. Определите изменение импульса тела за первые $t = 8$ с, если масса тела $m = 3$ кг. (Ответ: - 48 кг м/с)	Баллы
	Из уравнения $x = 20 + 2t - t^2$ находим уравнение для скорости $v = 2 - 2t$. При $t = 0$ скорость $v_0 = 2$ м/с При $t = 8$ с $v = 2 - 2 \cdot 8 = -14$ м/с $\Delta p = m(v - v_0) = 3(-14 - 2) = -48 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$	5 5 5 5
	Итого:	20

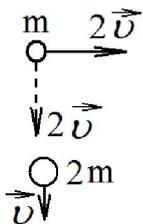
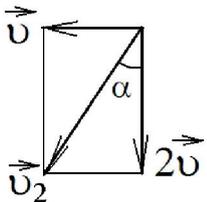
4 задача	При пропускании тока силой $I_1 = 1,2$ А через проволоку, она нагрелась до $t_1 = 40^\circ \text{C}$, а при силе тока $I_2 = 2,4$ А - до $t_2 = 100^\circ \text{C}$. До какой температуры нагреется проволока при пропускании тока $I_3 = 4,8$ А? Время пропускания тока одинаковое, считать, что сопротивление проволоки не зависит от температуры, теплоотдачей в окружающее пространство пренебречь. (Ответ: 340°C)	Баллы
	При пропускании тока в проводнике выделяется количество теплоты $Q = I^2 R \tau$, где τ - время. Если потери тепла отсутствуют, то оно идет на нагревание проводника, т.е. $Q = cm\Delta t$. Тогда $\frac{I_1^2}{I_2^2} = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} = \frac{1}{4}$ Отсюда $t_0 = \frac{4t_1 - t_2}{3} = 20^\circ \text{C}$ $\frac{I_1^2}{I_3^2} = \frac{t_1 - t_0}{t_3 - t_0} = \frac{1}{16}$ $t_3 = 16 t_1 - 15t_0 = 340^\circ \text{C}$	2 2 4 4 4 4
	Итого:	20

5 задача	 <p>Маляр работает в подвесном кресле. С какой силой он должен тянуть за веревку, чтобы подниматься вверх с ускорением $a = \frac{g}{5}$? Чему равна полная нагрузка на блок? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².</p>	Баллы
-----------------	---	-------

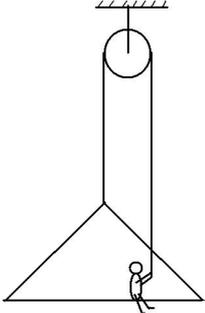
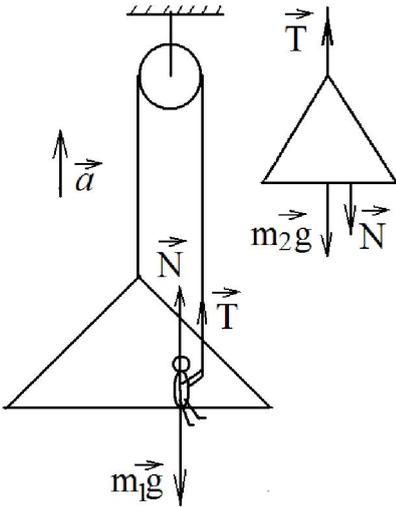
	<p>Масса маляра $m_1 = 76\text{ кг}$, масса кресла $m_2 = 24\text{ кг}$. (Ответ: 600Н, 1200 Н)</p>	
	 <p>Рассмотрим силы, действующие на человека и на кресло (см. рисунок)</p> <p>По II закону Ньютона</p> $N + T - m_1 g = m_1 a \quad (1)$ $T - N - m_2 g = m_2 a \quad (2)$ <p>Складывая эти уравнения и подставляя значение ускорения, получим</p> $2T - g(m_1 + m_2) = a(m_1 + m_2)$ $\Rightarrow T = \frac{(m_1 + m_2)6g}{10} = \frac{100 \cdot 6 \cdot 10}{10} = 600\text{ Н}$ <p>Нагрузка на блок равна $2T = 1200\text{ Н}$</p>	<p>Рис - 4</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>5</p> <p>5</p>
	Итого:	20

9 класс, 3 вариант

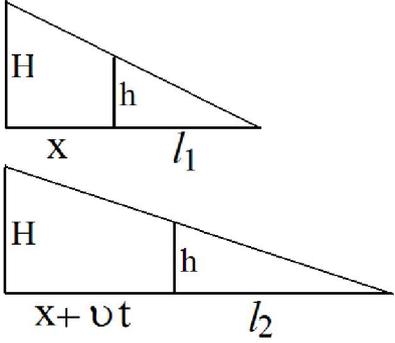
1 задача	<p>Жонглер бросает с одного и того же уровня два шарика вертикально вверх с начальными скоростями $v_0 = 6\text{ м/с}$ один за другим через промежуток времени $\tau = 0,4\text{ с}$. На какой высоте относительно точки бросания шарика встретятся? Ускорение свободного падения равно $g = 10\text{ м/с}^2$. (Ответ: 1,6 м)</p>	Баллы
	<p>Запишем координату первого шарика $y_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$. (1)</p> <p>Координата второго $y_2 = v_0(t - \tau) - \frac{g(t - \tau)^2}{2}$.</p> <p>Так как шарики встретились, приравниваем эти координаты и после преобразований получаем время полета первого шарика до встречи</p> $t = \left(\frac{v_0}{g} + \frac{\tau}{2} \right) = 0,8\text{ с}.$ <p>Подставим это время в уравнение (1) и получим высоту</p> $h = 6 \cdot 0,8 - \frac{10 \cdot 0,64}{2} = 1,6\text{ м}$	<p>5</p> <p>5</p> <p>5</p> <p>5</p>
	Итого:	20

2 задача	 <p>Две частицы массами m и $2m$ движутся во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями $2v$ и v. На частицы одновременно начинает действовать одинаковая сила. Определить величину и направление скорости частицы массы $2m$ в момент времени, когда скорость частицы массы m стала таковой, как показано пунктиром на рисунке (Ответ: $v\sqrt{5}$, $\arctg 0,5$)</p>	Баллы
	 <p>Обозначим время действия силы τ. Используем закон изменения импульса для первой частицы</p> $F_x \tau = p_{2x} - p_{1x} = m 2v$ $F_y \tau = p_{2y} - p_{1y} = m 2v$ <p>На вторую частицу действует та же сила в течение того же времени</p> $F_x \tau = p_{2x} - p_{1x} = 2m v_x = m 2v \Rightarrow v_x = v$ $F_y \tau = p_{2y} - p_{1y} = 2m v_y - 2m \cdot v = m 2v \Rightarrow v_y = 2v$ <p>Тогда скорость частицы массы $2m$ равна $v_2 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = v\sqrt{5}$</p> $\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_x}{v_y} = 0,5 \Rightarrow \alpha = \arctg 0,5$	Рис - 3 3 3 3 3 3 2
	Итого:	20

3 задача	<p>При пропускании тока силой $I_1 = 1,2A$ через проволоку, она нагрелась до $t_1 = 40^\circ C$, а при силе тока $I_2 = 3,6A$ - до $t_2 = 200^\circ C$. До какой температуры нагреется проволока при пропускании тока $I_3 = 7,2A$. Время пропускания тока одинаковое, считать, что сопротивление проволоки не зависит от температуры, теплоотдачей в окружающее пространство пренебречь. (Ответ: $740^\circ C$)</p>	Баллы
	<p>При пропускании тока в проводнике выделяется количество теплоты $Q = I^2 R \tau$, где τ - время. Если потери тепла отсутствуют, то оно идет на нагревание проводника, т.е. $Q = cm \Delta t$. Тогда</p> $\frac{I_1^2}{I_2^2} = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} = \frac{1}{9} \Rightarrow t_0 = 20^\circ C$ $\frac{I_2^2}{I_3^2} = \frac{t_2 - t_0}{t_3 - t_0} = \frac{1}{4}$ <p>Тогда $t_3 = 740^\circ C$</p>	4 4 6 3 3
	Итого:	20

4 задача	 <p>Маляр работает в подвесном кресле. С какой силой он должен тянуть за веревку, чтобы подниматься вверх с ускорением $a = \frac{g}{5}$?</p> <p>Чему равно давление маляра на кресло?</p> <p>Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.</p> <p>Масса маляра $m_1 = 76 \text{ кг}$, масса кресла $m_2 = 24 \text{ кг}$. (Ответ: 600Н, 312 Н)</p>	Баллы
	 <p>Рассмотрим силы, действующие на человека и на кресло (см. рисунок)</p> <p>По II закону Ньютона</p> $N + T - m_1 g = m_1 a \quad (1)$ $T - N - m_2 g = m_2 a \quad (2)$ <p>Складывая эти уравнения и подставляя значение ускорения, получим</p> $2T - g(m_1 + m_2) = a(m_1 + m_2)$ $\Rightarrow T = \frac{(m_1 + m_2)6g}{10} = \frac{100 \cdot 6 \cdot 10}{10} = 600 \text{ Н}$ <p>Сила, с которой маляр давит на кресло, по величине равна силе, с которой кресло действует на маляра, т.е. N.</p> <p>Из уравнения (1) $N = m_1(g + a) - T = 76(10 + 2) - 600 = 312 \text{ Н}$</p>	Рис - 4 3 3 5 5
Итого:		20

5 задача	<p>Человек ростом $h = 1 \text{ м } 80 \text{ см}$ удаляется от уличного фонаря висящего на высоте $H = 8 \text{ м}$ со скоростью $v = 1 \text{ м/с}$. В некоторый момент времени длина тени человека была $\ell_1 = 1,8 \text{ м}$. Найти длину тени человека через $t = 2 \text{ с}$. (Ответ: 2,38 м)</p>	Баллы
----------	---	-------

	 <p data-bbox="890 197 1294 230">Из подобия треугольников</p> $\frac{h}{l_1} = \frac{H}{l_1 + x} \quad (1)$ $\frac{h}{l_2} = \frac{H}{l_2 + x + vt} \quad (2)$ <p data-bbox="890 443 1294 477">Из уравнения (1) получаем</p> $x = \frac{l_1(H - h)}{h} = 6,2 \text{ м}$ <p data-bbox="890 611 1294 645">Из уравнения (2) получаем</p> $l_2 = \frac{(x + vt)h}{H - h} = 2,38 \text{ м}$	<p data-bbox="1337 159 1437 192">Рис - 4</p> <p data-bbox="1374 271 1398 304">4</p> <p data-bbox="1374 383 1398 416">4</p> <p data-bbox="1374 528 1398 562">4</p> <p data-bbox="1374 640 1398 674">4</p> <p data-bbox="1201 741 1302 775">Итого:</p> <p data-bbox="1366 741 1406 775">20</p>