

Ответы 8 класс

1. **Пицца стала ближе. (Курносов В.М.)** В отделе доставки пиццы, где её доставляют на самокатах, работавший там Петр применил дрон-коптер. Управляется дрон со смартфона, на котором задаётся скорость коптера относительно смартфона. Пётр установил эту скорость на значении 15 м/с. Получив заказ на доставку к месту в 2 км от пиццерии, Петр сел на самокат, и поехал с постоянной скоростью 5 м/с. Проехав 200 м, Петр, не останавливаясь, запустил коптер с пиццей, и тот полетел к цели. На месте коптер завис. На выгрузку было потрачено 30 с: вниз 15 с, вверх 15 с. Затем он начал, одновременно с Петей, двигаться в обратную сторону. Определите:

- с какой скоростью должен двигаться Петр в обратном направлении, чтобы прибыть в пиццерию одновременно со своим коптером;
 - сколько времени при этом экономит Петя, применяя коптер;
 - на сколько быстрее доставляется пицца с применением коптера.
- Движение происходит вдоль одной прямой улицы. Повезло!

Возможное решение:

1. Найдём время движения Петра на первом участке движения.

$$t_1 = \frac{s}{V_C} = \frac{200 \text{ м}}{5 \text{ м/с}} = 40 \text{ с}$$

2. Время полёта коптера с пиццей до цели.

Скорость полёта коптера относительно поверхности земли:

$$V_{\text{отн}} = V_c + V_K$$

$$t_2 = \frac{\ell_0 - s}{V_C + V_K} = \frac{(2000 - 200) \text{ м}}{(5 + 15) \text{ м/с}} = 90 \text{ с}$$

3. Время полёта коптера до начала возвращения.

$$t_4 = t_2 + t_3 = 90 \text{ с} + 30 \text{ с} = 120 \text{ с}$$

4. Расстояние от пиццерии до места разворота самоката.

$$\ell_P = s + V_C t_4 = 200 \text{ м} + 5 \text{ м/с} \cdot 120 \text{ с} = 800 \text{ м}$$

5. Условие одновременности возвращения коптера и самоката.

$$\frac{\ell_0}{V_{C2} + V_K} = \frac{\ell_P}{V_{C2}}$$

Откуда: $V_{C2} = \frac{V_K \ell_P}{\ell_0 - \ell_P} = 10 \text{ м/с} = 36 \text{ км/ч}$

6. Время доставки:

$$t_D = t_1 + t_1 + \frac{t_3}{2} = 145c.$$

7. Время возвращения Петра (время выполнения поручения):

$$t_{ДВ} = t_1 + t_2 + t_3 + \frac{\ell_P}{V_{C2}} = 40c + 90c + 30c + 80c = 240c$$

8. Экономия во времени для Петра:

$$\Delta t = \frac{2\ell_0}{V_C} - t_{ДВ} = 520c$$

9. Экономия во времени доставки для заказчика:

$$\Delta t_{ЗАК} = \frac{\ell_0}{V_C} - t_D = 255c$$

Критерии оценивания

№	Критерий	Балл
1	Использован закон для равномерного движения	1
2	Найдено $t_1 = 40$ с	1
3	Найдено время полёта коптера с пиццей до цели	1
4	Найдено расстояние от пиццерии до места разворота самоката	1
5	Записано условие одновременности возвращения коптера и самоката	1
6	Ответ на первый вопрос 36 км/ч (10 м/с)	1
7	Найдено время доставки	1
8	Найдено всё время поездки Петра	1
9	Ответ на второй вопрос 520 с	1
10	Ответ на третий вопрос 255 с	1
	max	10,0

Примечание для жюри

Полностью правильное решение, полученное неавторским методом, оценивается полным баллом. Недопустимо снижать оценку за «неправильное» оформление или неаккуратные записи. Главными критериями являются п. 6,9,10. Промежуточные критерии могут быть выполнены в неявном виде, тогда они всё равно засчитываются.

8.1. Два тела. (Кутелев К.А.) К двум одинаковым телам присоединены нити. Первое тело привязано за нить к крышке сосуда с жидкостью и погружено в неё на $1/3$ своего объёма. Второе тело привязано ко дну этого сосуда так, что над жидкостью находится $1/3$ его объёма. Оказалось, что силы натяжения нитей одинаковы по модулю. Определите:

- отношение плотности тел и жидкости;
- отношение силы тяжести, действующей на тело, и силы натяжения нити;
- как изменится уровень воды в сосуде после пережигания нитей.

Нити невесомы и вертикальны.

Возможное решение

Обозначим объём тел как $3V$, плотность жидкости $\rho_{ж}$, плотность тела ρ_m . Расставим на рисунке силы действующие на тело и запишем условия равновесия для каждого тела:

$$T = mg - F_A$$

$$T = 2F_A - mg$$

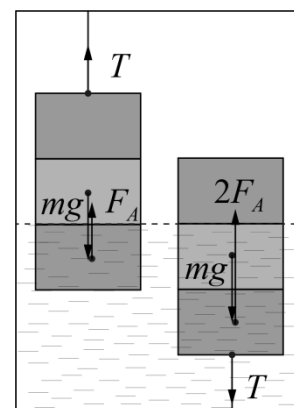
Где $F_A = \rho_{ж} g V$, а $mg = \rho_m g 3V$.

Вычитая уравнения друг из друга получим

$$3F_A = 2mg \Rightarrow F_A = \frac{2}{3} mg$$

$$\rho_{ж} g V = \frac{6}{3} \rho_m g V \Rightarrow \frac{\rho_m}{\rho_{ж}} = \frac{1}{2}$$

$$\text{Тогда } \frac{mg}{T} = \frac{mg}{mg - \frac{2}{3} mg} = 3$$



После пережигания нитей суммарная сила действующая на систему «тела+вода» не изменится, так как сумма сил натяжения равнялась 0. Значит не изменится и сила с которой система действует на окружение, а это сила давления жидкости на дно сосуда. Сила не поменяется, давление не поменяется, значит и уровень воды не изменится. Так же можно ответить на этот вопрос заметив, что после обрезания нитей тела будут плавать наполовину погруженные в жидкость, значит вытесняемые ими объёмы воды изменятся на одинаковую величину, но у одного он уменьшится, а у другого увеличится. Суммарный вытесняемый объём, а следовательно и уровень жидкости не изменятся.

Критерии оценивания

№	Критерий	Балл
1	Использована формула для силы Архимеда	1
2	Масса тел расписана с использованием их плотности	1
3	На рисунке расставлены все действующие на тела силы или они введены каким-то иным образом	1
4	Правильно записаны два условия равновесия	2
5	Получен ответ на первый вопрос $\frac{\rho_m}{\rho_{ж}} = \frac{1}{2}$	1
6	Получен ответ на второй вопрос $\frac{mg}{T} = 3$	1
7	Правильно обоснован ответ на третий вопрос	2
8	Правильный ответ на третий вопрос	1
	max	10,0

Примечание для жюри

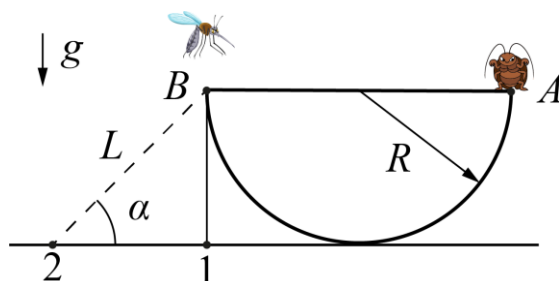
Полностью правильное решение, полученное неавторским методом, оценивается полным баллом. Недопустимо снижать оценку за «неправильное» оформление или неаккуратные записи.

8.2. Чаша в равновесии. (Зворыгина Е.С.) Таракан массой $M = 20$ г сидит в точке A на краю однородной полуцилиндрической чаши радиусом R . В диаметрально противоположной точке B к чаше прикреплена нитка, которая привязана к столу, и удерживает чашу в положении, когда AB горизонтальна (см рисунок).

Определите:

- силу натяжения нити T_1 , если нить вертикальна и закреплена в точке «1»;
- силу натяжения нити T_2 , если нить закреплена в точке «2», когда $L = \sqrt{2}R$, а угол $\alpha = 45$ градусов;
- силу натяжения нити T_3 , если нить закреплена в точке «2», а в точке B сидит комар массой $m = 1$ г.

Стенки чаши однородные, постоянной толщины. Ускорение свободного падения $g = 10$ Н/кг.



Возможное решение

1) Расставим силы действующие на систему «чаша+таракан» в первой ситуации.

Запишем правило моментов относительно оси O :

$$T_1 \cdot R = MgR \Rightarrow T_1 = Mg = 0.2H$$

2) Расставим силы действующие на систему «чаша+таракан» во второй ситуации. Соединим точку крепления нити и точку касания чаши стола. Рассмотрим полученный треугольник COB :

$$OB \text{ найдём из теоремы Пифагора } OB = \sqrt{2}R = L$$

То есть треугольник COB равнобедренный. Учитывая, что угол $\alpha = 45$ градусов, получим, что CBO - прямой угол.

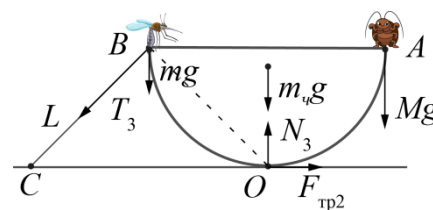
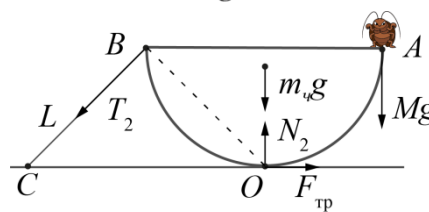
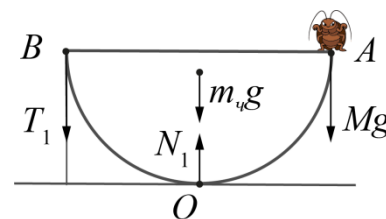
Значит OB - плечо силы натяжения нити для вращения вокруг оси O .

Запишем правило моментов относительно оси O :

$$T_2 \cdot OB = MgR \Rightarrow T_2 = \frac{MgR}{OB} = \frac{MgR}{R\sqrt{2}} = \frac{Mg}{\sqrt{2}} = 0.14H$$

3) Расставим силы действующие на систему «чаша+таракан+комар» в третьей ситуации. Запишем правило моментов относительно оси O с учётом комара:

$$T_3 \cdot OB + mgR = MgR \Rightarrow T_3 = \frac{(M - m)g}{\sqrt{2}} = 0.13H$$



Критерии оценивания

№	Критерий	Балл
1	Сделан рисунок с расстановкой ВСЕХ сил для вопроса 1 или описаны все силы	1
2	Ответ на вопрос 1 (по 0,5 баллов за формулу и число)	1
3	Сделан рисунок с расстановкой ВСЕХ сил для вопроса 2 или описаны все силы (включая силу трения)	1
4	Определено, что полученный треугольник AOC прямоугольный	1
5	Верно найдено плечо силы T_2	1
6	Записано правило моментов для второго случая	1
7	Ответ на второй вопрос (по 0,5 баллов за формулу и число)	1
8	Сделан рисунок с расстановкой ВСЕХ сил для вопроса 3 или описаны все силы (включая силу трения)	1
9	Записано правило моментов для третьего случая	1
10	Ответ на третий вопрос (по 0,5 баллов за формулу и число)	1
	max	10,0

Примечание для жюри

Полностью правильное решение, полученное неавторским методом, оценивается полным баллом. Недопустимо снижать оценку за «неправильное» оформление или неаккуратные записи. Численные ответы без единиц измерения не засчитываются. В п. 1, 3 и 8 должны быть расставлены все силы с правильными точками приложения. Последующие пункты оцениваются независимо от выполнения п. 1, 3 и 8.

8.3. Двойное охлаждение. (Кузнецова А.В.) Экспериментатор Глюк и теоретик Баг налили себе в стаканы по 100 г горячего чая, имеющего температуру $T_{100} = 100^\circ\text{C}$. Для охлаждения чая у них в запасе имелось большое ведро воды при температуре $T_0 = 0^\circ\text{C}$.

Глюк опускал на ниточке монетку теплоёмкостью $C_1 = 7,82 \text{ Дж}/^\circ\text{C}$ сначала в ведро, потом в стакан с чаем, всё время дожидаясь установления теплового равновесия. Этот алгоритм он повторил 10 раз.

Баг просто добавил в свой стакан холодную воду из ведра массой $m_2 = 18,0 \text{ г}$ и дождался установления теплового равновесия.

Определите кто из друзей сильнее охладил свой чай.

Удельная теплоёмкость чая и воды $c_v = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$.

Теплообменом с окружающей средой, изменением температуры воды в ведре и теплоёмкостью стаканов можно пренебречь, чай из стакана не выливался.

Возможное решение:

Запишем уравнение теплового баланса для процесса Бага:

$$m_2 c_2 (T_2 - T_0) = M c_2 (T_{100} - T_2)$$

$$T_2 = 84,7^\circ\text{C}$$

Запишем уравнение теплового баланса для одной итерации охлаждения Глюка:

$$C_1(T_{x1} - T_0) = Mc_2(T_{100} - T_{x1})$$

$$T_{x1} = \frac{T_{100}}{\left(1 + \frac{C_1}{Mc_2}\right)}$$

Для нахождения температуры после второй итерации T_{x2} получится аналогичное уравнение, только начальная температура чая будет T_{x1} , а не T_{100} . Значит, итоговое выражение для температуры чая в стакане Глюка после 10 циклов:

$$T_1 = \frac{T_{100}}{\left(1 + \frac{C_1}{Mc_2}\right)^{10}} = 83,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Чай Глюка охладился сильнее.

Критерии оценивания

№	Критерий	Балл
	Записано уравнение теплового баланса для процесса Бага	1
	Получено выражение для температуры чая Бага после охлаждения	1
	Найдена конечная температура чая Бага $T_2 = 84,7 \text{ } ^\circ\text{C}$	1
	Записано уравнение теплового баланса для одной итерации охлаждения Глюка	2
	Получено выражение для температуры после первого цикла: $T_{x1} = \frac{T_{100}}{\left(1 + \frac{m_1 c_1}{Mc_2}\right)}$	1
	Получено выражение для температуры после десяти итераций: $T_1 = \frac{T_{100}}{\left(1 + \frac{m_1 c_1}{Mc_2}\right)^{10}}$	2
	Вычислена температура: $T_1 = 83,2 \text{ } ^\circ\text{C}$	1
	Сделан вывод о том, что Глюк охладил чай сильнее	1
	max	10,0

Примечание для жюри

Полностью правильное решение, полученное неавторским методом, оценивается полным баллом. Недопустимо снижать оценку за «неправильное» оформление или неаккуратные записи.