Критерии оценивания олимпиадных работ по физике (рекомендации для проверяющих)

Проверяя олимпиадную работу учащегося, будьте внимательны, объективны и доброжелательны.

При проверке олимпиадной работы руководствуйтесь критериями разбалловки, приведёнными ниже после решения каждой из задач. При этом проверяющий имеет право ставить неполный балл за действие, обозначенное в критериях, если оно выполнено учащимся частично.

Каждая задача (независимо от уровня сложности) оценивается из 10 баллов. Таким образом, за свою работу ученик может получить максимально 40 баллов (в 7-8 классах).

Имейте в виду, что предложенные учениками решения задач могут быть правильными, даже если эти решения кардинально отличаются от авторских! В этом случае рекомендуется придерживаться следующих критериев оценивания:

0 баллов — если ученик не приступал к решению задачи или приступил, но никаких разумных соображений не привёл;

3 балла — если ученик написал разумные соображения, уравнения и рисунки, но полную систему уравнений для решения задачи составить не смог;

6 баллов — ученик понял физику решения, составил полную систему уравнений, необходимую для решения задачи, но довести решение системы до конца не смог;

9 баллов — ученик решил правильно задачу в общем виде (получил буквенный ответ), но сделал математические ошибки в окончательных вычислениях;

10 баллов — задача решена полностью (при этом способ решения, предложенный учеником, может кардинально отличаться от авторского).

7 класс

Возможные решения и примерные критерии

7.1 Дрессированный дельфин проплывает вдоль бортов бассейна, имеющего форму параллелепипеда, так что его траектория является прямоугольником, длины сторон которого соотносятся как $2:3$, а периметр $p = 500$ саженей. Сколько квадратных метров составляет площадь S прямоугольника, вдоль которого плывёт дельфин? Сколько m тонн воды в бассейне, если 1 литр воды имеет массу 1 кг, а его глубина 1,5 м. Известно, что 1 *сажень* $= 44$ *вершка*, 1 *аршин* $= 71{,}12$ см, 1 *вершок* $= 1/16$ *аршина*. Ответы округлите до целых значений.

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

1) Обозначим a – единичный отрезок длин сторон прямоугольника так, что его стороны равны $2a$ и $3a$. Тогда периметр $p = 10a$, откуда $a = p/10 = 50$ (саженей).

2) Площадь прямоугольника $S = 2a \cdot 3a = 6 \cdot a^2 = 6 \cdot \left(50 \cdot \dfrac{44}{16} \cdot \dfrac{71{,}12}{100}\right)^2 \approx 57377$ (м^2).

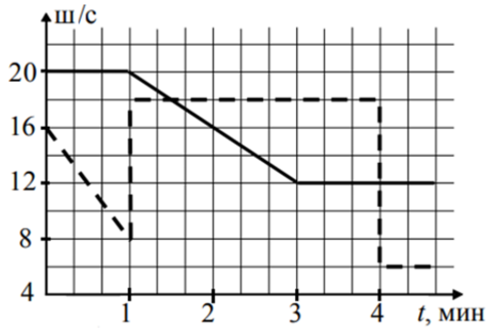
3) Объём воды в бассейне $V = S \cdot h = 6 \cdot \left(50 \cdot \dfrac{44}{16} \cdot \dfrac{71{,}12}{100}\right)^2 \cdot 1{,}5 \approx 86066$ (м^3). Тогда масса воды в бассейне $m \approx 86066$ (т).

ОТВЕТ: $S \approx 57377$ (м^2), $m \approx 86066$ (т).

КРИТЕРИИ:

№	Действия	Баллы
1.	Выражены длины стороны прямоугольника через периметр либо получено соотношение, связывающее их	2
2.	Найдена площадь прямоугольника в квадратных метрах	3
3.	Найден объём воды в бассейне	3
4.	Найдена масса воды в бассейне в тоннах	2
Итого максимально за задачу		10

7.2 Пантелеймон и Афанасий насыпают одинаковые пластмассовые шарики в большие коробки. На графике (см. рис.) показано, сколько шариков в секунду насыпает каждый из детей в зависимости от времени, в течение которого продолжался этот процесс. Зависимость для Пантелеймона – сплошная линия, для Афанасия – пунктирная. Определите:
1) сколько шариков было в коробке у Афанасия через 60 секунд после начала отсчёта времени;
2) у кого из мальчиков в коробке и на сколько было больше шариков через 4 минуты;
3) в какой момент времени количество шариков в коробках у детей было одинаковым.



ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

1) У Афанасия в течение первой минуты «скорость насыпания» изменялась равномерно. Тогда количество шариков в его коробке за минуту: 12 (ш/с) $\cdot$ 60 (с) = 720 шариков.
2) Аналогичным образом, рассматривая каждый участок зависимостей, определим количество шариков в коробках у ребят через 4 минуты: у Пантелеймона – 3840 шариков, у Афанасия – 3960 шариков. Следовательно, у Афанасия на 120 шариков больше.
3) Определим количество шариков в коробках ребят к концу каждой минуты:

Время, мин	Пантелеймон, ш	Афанасий, ш
1	1200	720
2	2280	1800
3	3120	2880
4	3840	3960

Из сравнения значений видно, что количество шариков стало равным на четвёртой минуте. Обозначим искомый момент времени t_x (в секундах). С помощью данных таблицы, с учётом постоянства «скорости насыпания» шариков в корзины обоих мальчиков на четвёртой минуте, составим уравнение: $3120 + 12 \cdot (t_x - 180) = 2880 + 18 \cdot (t_x - 180)$, решение которого $t_x = 220$ (с). Таким образом, количество шариков в коробках у ребят было одинаковым в момент времени 3 минуты 40 секунд.

ОТВЕТ:
1) У Афанасия через 60 секунд в коробке 720 шариков.
2) У Пантелеймона 3840 шариков, у Афанасия 3960 шариков. У Афанасия на 120 шариков больше.
3) Количество шариков в коробках у ребят было одинаковым в момент времени 3 минуты 40 секунд.

КРИТЕРИИ:

№	Действия	Баллы
1.	Определено количество шариков в коробке Афанасия через 1 минуту после начала отсчёта времени	2
2.	Определено количество шариков в коробке Пантелеймона через 4 минуты	1
3.	Определено количество шариков в коробке Афанасия через 4 минуты	1
4.	Определено у кого из мальчиков и на сколько шариков больше через 4 минуты	2
5.	Сделан вывод о том, что шариков было поровну на четвёртой минуте	1
6.	Составлено уравнение для определения искомого момента времени	2
7.	Определён искомый момент времени	1
Итого максимально за задачу		10

7.3 Как известно, плотностью вещества называется отношение его массы к объёму $\rho = m/V$, а средней плотностью тела (раствора, смеси и пр.) – отношение всей массы тела ко всему объёму $\rho_{\text{ср}} = m_{\text{вся}}/V_{\text{весь}}$. В распоряжении экспериментатора Германа имеются две неизвестные жидкости и вода, плотность которой 1000 кг/м^3. Когда он смешал 0,5 л воды и 0,5 л первой жидкости, он получил среднюю плотность раствора 750 кг/м^3, а когда смешал 1 л первой и 1 л второй жидкости, он получил жидкость со средней плотностью 700 кг/м^3. Считая, что объём смеси жидкостей равен сумме объёмов смешиваемых жидкостей, определите плотность первой и второй жидкостей. Затем Герман продолжил эксперименты, он смешал 1 л воды, 0,5 л первой и 0,5 л второй жидкости, какую среднюю плотность смеси он получил? Какая средняя плотность смеси получится, если взять по 1 кг всех трех жидкостей?

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Средняя плотность при смешивании 0,5 л воды и 0,5 л первой жидкости:

$$\rho_{\text{ср1}} = \frac{\rho_{\text{в}} \cdot 0{,}5 + \rho_1 \cdot 0{,}5}{0{,}5 + 0{,}5},$$

откуда $\rho_1 = (\rho_{\text{ср1}} \cdot 1 - \rho_{\text{в}} \cdot 0{,}5)/0{,}5 = 500$ (кг/м^3).
Средняя плотность при смешивании 1 л первой и 1 л второй жидкости:

$$\rho_{\text{ср2}} = \frac{\rho_1 \cdot 1 + \rho_2 \cdot 1}{1 + 1},$$

откуда $\rho_2 = 2 \cdot \rho_{\text{ср2}} - \rho_1 = 900$ (кг/м^3).
Средняя плотность при смешивании 1л воды, 0,5 л первой и 0,5 л второй жидкости:

$$\rho_{\text{ср3}} = \frac{\rho_{\text{в}} \cdot 1 + \rho_1 \cdot 0{,}5 + \rho_2 \cdot 0{,}5}{1 + 0{,}5 + 0{,}5} = 850 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Средняя плотность при смешивании всех жидкостей по $m = 1$ кг:

$$\rho_{\text{ср3}} = \frac{m + m + m}{m/\rho_{\text{в}} + m/\rho_1 + m/\rho_2} \approx 730 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

ОТВЕТ: плотность первой жидкости $\rho_1 = 500$ (кг/м^3); плотность второй жидкости $\rho_2 = 900$ (кг/м^3); средняя плотность при смешивании 1 л воды, 0,5 л первой и 0,5 л второй жидкости $\rho_{\text{ср3}} = 850$ (кг/м^3); средняя плотность при смешивании всех жидкостей по 1 кг $\rho_{\text{ср3}} \approx 730$ (кг/м^3).

КРИТЕРИИ:

№	Действия	Баллы
1.	Найдена плотность первой жидкости	2
2.	Найдена плотность второй жидкости	2
3.	Найдена средняя плотность при смешивании 1 л воды, 0,5 л первой и 0,5 л второй жидкости	2
4.	Найдена средняя плотность при смешивании всех жидкостей по 1 кг	4
	Итого максимально за задачу	10

7.4 Пандай и Сураля вместе вышли из дома на прогулку в соседнюю деревню. Пройдя треть пути, Пандай вспомнил, что забыл обещанный подарок одному из друзей, и, увеличив свою скорость в 1,5 раза, вернулся домой, быстро схватил подарок и с той же скоростью побежал в первоначальном направлении. В итоге Сураля, продолжившая движение с прежней скоростью, пришла в соседнюю деревню на 5 минут раньше Пандая. Сколько времени на всю дорогу потратила Сураля, если пешком ребята шли с одинаковой скоростью?

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Пусть $3S$ – расстояние между домом и соседней деревней. Тогда после расставания Сураля прошла расстояние $2S$, а Пандай пробежал расстояние $4S$.
Если искомое время равно t, то после расставания Сураля шла в течение времени $2t/3$, а Пандай бежал в течение времени $2t/3+t_0$, где t_0 – разница прихода ребят в соседнюю деревню по времени.
Скорость бега Пандая в 1,5 раза больше скорости Сурали: $\dfrac{4S}{2t/3+t_0} = 1{,}5 \cdot \dfrac{2S}{2t/3}$. Из последнего соотношения выразим искомое время: $t = \dfrac{9t_0}{2} = 22{,}5$ (мин).

ОТВЕТ: $t = 22{,}5$ (мин).

КРИТЕРИИ:

№	Действия	Баллы
1.	Определено отношение путей, пройденных ребятами после расставания	2
2.	Записаны выражения для времени движения Сурали и Пандая после расставания (*за каждое по 1 баллу*)	2
3.	Составлены соотношения для скоростей ребят *(за каждое по 2 балла)*	4
4.	Выражено искомое время	1
5.	Получен численный ответ	1
	Итого максимально за задачу	10

8 класс

Возможные решения и примерные критерии

8.1 С перекрёстка по соседним полосам в одном направлении одновременно начинают движение грузовик и автобус. Автобус по ходу своего движения делает остановку для посадки/высадки пассажиров и затем продолжает движение. На рисунках 1 и 2 показаны графики зависимостей пройденного автобусом пути S и скорости v грузовика от времени t, соответственно. Наблюдение за движением этих транспортных средств заканчивается в момент времени $\tau = 25$ мин. Найдите:

1) на сколько отличаются их средние скорости за всё время наблюдения τ?

2) наибольшее расстояние S_2 между грузовиком и автобусом, а также соответствующий момент времени.

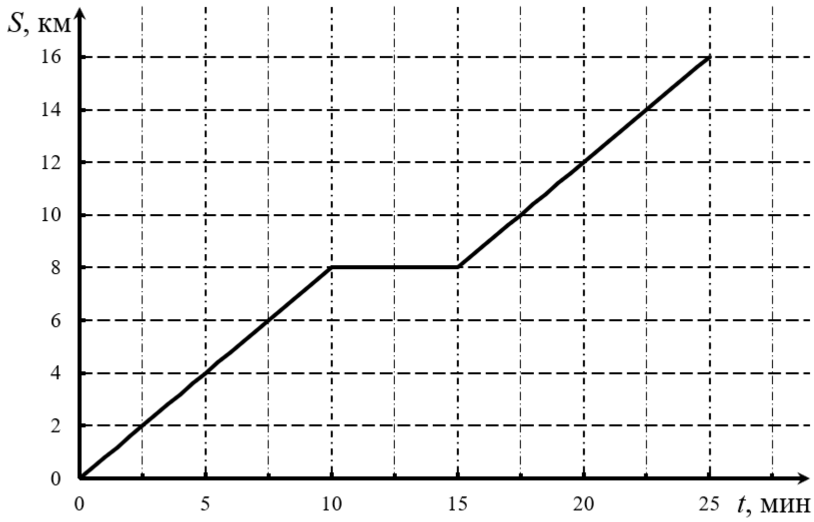


Рисунок №1

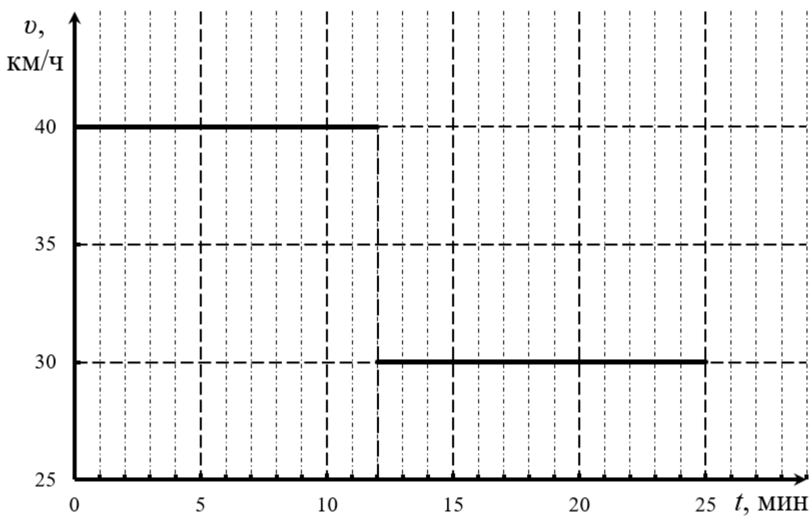


Рисунок № 2

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

1) Рассчитаем среднюю скорость автобуса. Как следует из графика пути, пройденного автобусом, за 25 минут он проехал 16 километров. Тогда его средняя скорость равна: $u_{\text{ср}} = \frac{16}{25} \cdot 60 = 38{,}4$ км/ч. Рассчитаем среднюю скорость грузовика: $v_{\text{ср}} = \frac{v_1 \cdot t_3 + v_2 \cdot (\tau - t_3)}{\tau} = 34{,}8$ км/ч. Здесь $t_3 = 12$ мин – момент времени, в который изменяется скорость грузовика. Найдём разность этих средних скоростей: $\Delta v = 38{,}4 - 34{,}8 = 3{,}6$ км/ч.

2) Один из способов решения этого пункта задачи – графический способ. Изобразим график зависимости пути от времени для грузовика штриховой линией и наложим на график пути автобуса. Анализируя расположение точек на графике в одинаковые моменты времени, мож-

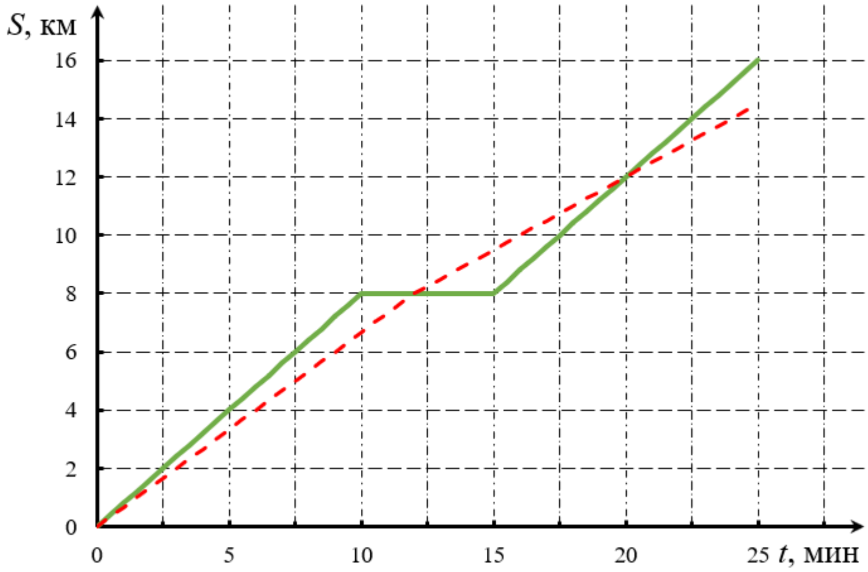


Рисунок №3

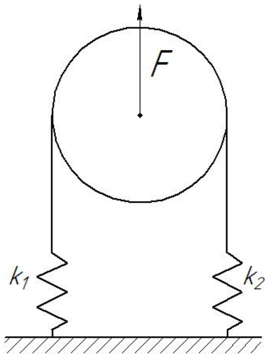
но заметить, что в моменты времени $t_1 = 10$ мин, $t_2 = 15$ мин и $\tau = 25$ мин наблюдаются локальные максимумы расстояния между автобусом и грузовиком. Рассчитаем эти расстояния: $l_1 = 8 - v_1 \cdot t_1 \approx 1{,}3$ км, $l_2 = v_2(t_2 - t_3) = 1{,}5$ км и в конце наблюдения: $l_3 = \Delta v \cdot \tau = 1{,}5$ км. Таким образом, наибольшее расстояние между автобусом и грузовиком $S_2 = 1{,}5$ км достигается дважды в моменты времени $t_2 = 15$ мин и $\tau = 25$ мин.

ОТВЕТ: 1) Разность средних скоростей автобуса и грузовика равна: $\Delta v = 3{,}6$ км/ч;
2) наибольшее относительное расстояние равно: $S_2 = 1{,}5$ км и достигается дважды в моменты времени $t_2 = 15$ мин и $\tau = 25$ мин.

КРИТЕРИИ:

№	**Действия**	**Баллы**
1.	Найдена разность средних скоростей	2
2.	Преведён анализ (либо графический, либо аналитический) зависимостей пути от времени транспортных средств и определены моменты времени, в которые относительное расстояние принимает экстремальные значения	3
3.	Рассчитаны экстремальные значения относительного расстояния и определено наибольшее расстояние	3
4.	Показано, что наибольшее расстояние достигается для двух моментов времени. Если найдено только одно значение времени, то эти баллы не выставляются	2
Итого максимально за задачу		10

8.2 Через невесомый блок перекинута нерастяжимая лёгкая нить, к концам которой прикреплены лёгкие пружины, закреплённые другими концами к горизонтальному столу (см. рисунок), причём $k_2 = 2k_1$. Вначале блок удерживается в положении, при котором нить не провисает, а пружины недеформированы. Затем, начинает действовать вертикальная сила $F = 100$ H, приложенная к оси блока, и он поднимается на расстояние $x = 6$ см от первоначального положения. Трения в системе нет. Определите удлинения x_1 и x_2 пружин в состоянии равновесия, а также их коэффициенты жёсткости k_1 и k_2, соответственно.



ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

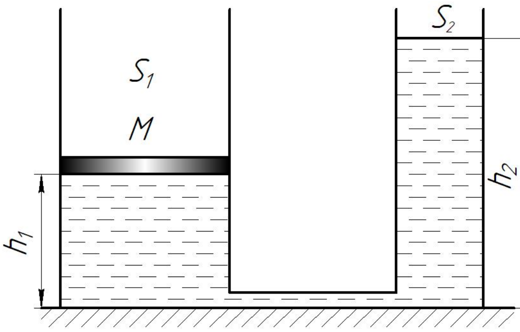
Условие равновесия блока после его подъёма будет иметь вид: $F = 2T$, где T – сила нятяжения нити. Рассматривая равновесие растянутых пружин, можно записать: $T = k_1x_1 = k_2x_2$. Запишем условие кинематической связи расстояния x и удлинений пружин: $2x = x_1 + x_2$. Решая полученную систему уравнений с учётом связи между коэффициентами жёсткости $k_2 = 2k_1$, для удлинений пружин получим: $x_1 = 4/3x = 8$ см, $x_2 = 2/3x = 4$ см. Также из уравнений этой системы определим коэффициенты жёсткости пружин: $k_1 = \dfrac{3F}{8x} = 625$ Н/м, $k_2 = 2k_1 = 1250$ Н/м.

ОТВЕТ: Удлинения пружин равны: $x_1 = 8$ см, $x_2 = 4$ см. Коэффициенты жёсткости пружин равны: $k_1 = 625$ Н/м, $k_2 = 1250$ Н/м.

КРИТЕРИИ:

№	Действия	Баллы
1.	Записано условие равновесия блока	2
2.	Записаны условия равновесия пружин	2
3.	Записана кинематическая связь между удлинениями пружин и расстоянием x	2
4.	Проведено решение полученной системы уравнений и определены удлинения пружин *(по 1 баллу за величину удлинения)*	2
5.	Определены коэффициенты жёсткости пружин *(по 1 баллу за коэффициент)*	2
	Итого максимально за задачу	10

8.3 В цилиндрические сосуды, стоящие на горизонтальном столе и соединённые тонкой трубочкой, налита вода до уровня $h_0 = 30$ см. В первый сосуд с поперечным сечением $S_1 = 200$ см^2 опустили поршень массой M (см. рисунок). После чего уровень воды в первом сосуде понизился до $h_1 = 20$ см, а во втором сосуде с поперечным сечением S_2 повысился до $h_2 = 50$ см. Плотность воды $\rho = 1$ г/см^3. Поршень плотно прилегает к стенкам сосуда, трением поршня о стенки сосуда пренебречь. Найти:
1) площадь поперечного сечения S_2 второго сосуда;
2) массу поршня M.



ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

1) Поскольку, объём воды перетёкший из одного сосуда в другой не изменяется, то справедливо равенство: $S_1(h_0 - h_1) = S_2(h_2 - h_0)$. Отсюда выразим площадь S_2: $S_2 = \dfrac{h_0 - h_1}{h_2 - h_0} S_1 = 100$ см^2.

2) Запишем условие равенства давлений на дно сосудов: $\dfrac{Mg}{S_1} + \rho g h_1 = \rho g h_2$, из которого найдём массу поршня: $M = \rho S_1(h_2 - h_1) = 6$ кг.

ОТВЕТ: Площадь поперечного сечения второго сосуда равна: $S_2 = 100$ см^2. Масса поршня равна: $M = 6$ кг.

КРИТЕРИИ:

№	**Действия**	**Баллы**
1.	Записано условие постоянства перетекаемого объёма воды	3
2.	Получен численный ответ для площади S_2	1
3.	Записано условие гидростатического равновесия воды в сосудах x	4
4.	Выражена и рассчитана масса поршня	2
	Итого максимально за задачу	10

8.4 Три кубика 1, 2 и 3, изготовленные из одинакового материала, но отличающиеся величиной ребра $a_1 = 1$ см, $a_2 = 2a_1$, $a_3 = 3a_1$, нагреты до разных температур t_{10}, t_{20}, t_{30}, соответственно. При тепловом контакте первого кубика со вторым устанавливается температура $t_1 = 22°$C. При контакте этого кубика, взятого также при температуре t_{10}, с третьим устанавливается температура $t_2 = 61°$C. Если в контакт привести второй и третий кубик с их первоначальными температурами t_{20}, t_{30}, то устанавливается температура $t_3 = 98°$C. Какая установится температура t, если в тепловой контакт привести сразу все кубики с их первоначальными температурами? Тепловыми потерями пренебречь.

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Запишем уравнение теплового баланса при контакте первого и второго кубиков:

$$c\rho a_1^3(t_1 - t_{10}) + 8c\rho a_1^3(t_1 - t_{20}) = 0 \Rightarrow 9t_1 = t_{10} + 8t_{20}.$$

Здесь c – удельная теплоёмкость, а ρ – плотность материала кубиков. Аналогичные выражения получим и для других «парных» контактов:

$$c\rho a_1^3(t_2 - t_{10}) + 27c\rho a_1^3(t_2 - t_{30}) = 0 \Rightarrow 28t_2 = t_{10} + 27t_{30},$$

$$8c\rho a_1^3(t_3 - t_{20}) + 27c\rho a_1^3(t_3 - t_{30}) = 0 \Rightarrow 35t_3 = 8t_{20} + 27t_{30}.$$

Теперь запишем уравнение теплового баланса для системы из трёх кубиков и выразим установившуюся температуру t:

$$c\rho a_1^3(t - t_{10}) + 8c\rho a_1^3(t - t_{20}) + 27c\rho a_1^3(t - t_{30}) = 0 \Rightarrow t = \frac{t_{10} + 8t_{20} + 27t_{30}}{36}.$$

Из суммы первых трёх уравнений, записанных для «парных» контактов, получим:

$$9t_1 + 28t_2 + 35t_3 = 2t_{10} + 16t_{20} + 54t_{30} \Rightarrow t_{10} + 8t_{20} + 27t_{30} = \frac{9t_1 + 28t_2 + 35t_3}{2}.$$

Используем этот результат для расчёта температуры t:

$$t = \frac{9t_1 + 28t_2 + 35t_3}{72} \approx 74°\text{C}.$$

ОТВЕТ: Установится температура $t \approx 74°$C.

КРИТЕРИИ:

№	Действия	Баллы
1.	Записаны уравнения теплового баланса для «парных» контактов (*по 1 баллу за уравнение*)	3
2.	Записано уравнение теплового баланса для контакта трёх кубиков	3
3.	Получена связь между начальными температурами и установившимися температурами при «парных» контактах	2
4.	Выражена и рассчитана установившаяся температура t	2
	Итого максимально за задачу	10