

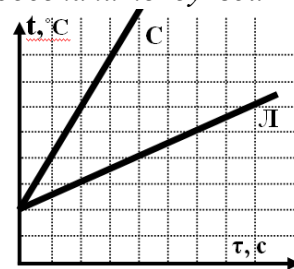
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

2025-2026 уч. год. Муниципальный этап. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ

8 КЛАСС Условия, ответы, решения, критерии оценки

Задание подготовлено профессором кафедры физики и математики КГУ им. К.Э. Циолковского М.С. Красиным

1. «Графики нагрева» (10 баллов). Два тела, серебряное и латунное начали равномерно нагревать, сообщая за одинаковое время одинаковое количество теплоты (можно обозначить буквой P количество теплоты, подводимое к каждому телу за 1 секунду, именно эта величина для каждого тела одинакова и постоянна). Графики зависимости температуры t тел от времени τ показаны на рисунке. График C – график нагрева серебра, график $Л$ – латуни. Удельная теплоёмкость серебра $c_C = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, латуни $c_Л = 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$. Масса серебряного тела 100 г, какова масса латунного тела? Учтите, что на графике одно деление (сторона клеточки) по оси времени равно 10 секундам, а одно деление по оси температур равно 10°C .



1. «Графики нагрева». Ответ: 250 г. Решение в наиболее общем виде. Пусть P – энергия, подводимая к каждому телу за единицу времени, Δt – изменение температуры тела, $\Delta \tau$ интервал времени, за которое подводилось тепло, вызвавшее изменение температуры, m – масса тела.

Для процесса нагрева каждого тела можно записать $c \cdot m \cdot \Delta t = P \cdot \Delta \tau$ (1)

По графикам выбираем интервалы времени нагрева каждого тела, за которые хорошо определяются интервалы изменения их температур. Например:

$$c_C \cdot m_C \cdot 20 = P \cdot 10 \quad (2) \quad c_Л \cdot m_Л \cdot 10 = P \cdot 20 \quad (3)$$

Разделив (3) на (2) и подставив значения удельных теплоёмкостей, получаем $\frac{m_Л}{m_C} = 2,5$ (4)

Следовательно, масса латунной детали равна 250 г.

Обращаем внимание, что решение может осуществляться по частям.

1. «Графики нагрева». Критерии оценки

За запись учёт формулы расчёта количества теплоты необходимого для нагрева тела ставить 1 балл.

За формулу (1) или учёт её в неявном виде ставить 2 балла

За формулы (2) и (3) или учёт этих соотношений в другом виде (в том числе при выборе иных числовых значений интервалов температур и времени) ставить по 2 балла

За выражение массы латунной детали через массу серебряной ставить 2 балла.

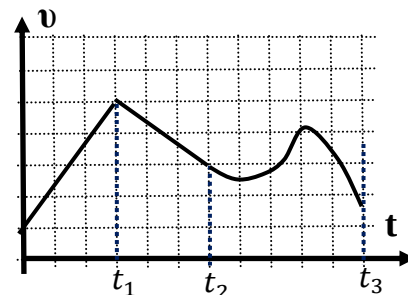
За получение правильного ответа ставить 1 балл.

За вычислительную ошибку оценку снизить на 1 балл. За ошибку в преобразованиях оценку снизить на 2 балла. В случае ошибочного определения интервалов изменения температур или времени итоговая оценка не должна превышать 5 баллов.

В случае решения задачи по частям, в том числе с применением пропорций оценку не снижать.

При неполном решении баллы за задачу соотносить с количеством баллов, указанных за решение в общем виде. Но ошибочное решение не должно оцениваться больше 5 баллов.

2. «График скорости» Перед Вами график зависимости скорости от времени. К сожалению, все числовые отметки оказались стёрты. Единицы измерений скорости и времени тоже неизвестны. Известно только, что за интервал времени от нуля до t_1 тело прошло путь 900 метров. Попробуйте определить, какой путь тело прошло за интервалы времени от t_1 до t_2 (4 балла) и от t_2 до t_3 (6 баллов). Обязательно поясните, как Вы это определили.



2. «График скорости» Ответы: 1200 м и приблизительно 1400 м

Возможное решение способ 1: Пройденный путь можно найти по площади под графиком зависимости скорости от времени. Фигуры под графиком на первом и втором интервалах представляют собой трапеции. Площадь первой трапеции равна 9 клеток, второй 12 клеток. Значит

путь, пройденный телом на втором участке равен $\frac{12}{9} 900 \text{ м} = 1200 \text{ м}$. Для определения площади третьего участка применим формулу ($N = N_1 + 0,5N_2$), где N_1 - число целых клеток под линией графика, N_2 - число нецелых клеток. В нашем случае $N_1 = 10$, $N_2 = 8$. Значит, пройденный путь за этот интервал времени приблизительно равен $\frac{14}{9} 900 \text{ м} = 1400 \text{ м}$

Возможное решение способ 2: Пройденный путь находят как произведение средней скорости на время движения. Наклонная прямая графика на первом участке указывает на равноускоренный характер движения. Поэтому среднюю скорость на этом участке можно найти как среднее арифметическое числовых значений начальной и конечной скорости. Она равна трём клеткам. Движение на втором участке тоже равноускоренное (точнее, равнозамедленное). Средняя скорость на этом участке равна 4 клеткам. Заметим, что первый и второй участки пройдены за равное время, значит отношение пройденных путей равно отношению средних скоростей на этих участках. Следовательно, путь за второй интервал времени равен $\frac{4}{3} 900 \text{ м} = 1200 \text{ м}$.

Среднюю скорость на третьем участке определим на глазок. Будем считать, что она тоже соответствует 3 делениям на оси скорости, но третий интервал времени движения соответствует пяти клеточкам по оси времени, а первый – трём. Следовательно, путь за третий интервал времени равен $\frac{3}{5} \cdot \frac{5}{3} 900 \text{ м} = 1500 \text{ м}$.

2. «График скорости» (10 баллов). Критерии оценки. За ответы без обоснования баллы не ставить.

За правильный ответ о пути на втором участке ставить 4 балла, независимо от того каким способом он получен (первым или вторым). Если участник придумал свой разумный способ определения, то ставить тоже 4 балла. Если придуманный способ недостаточно корректен, то можно ставить не более 2 баллов.

За правильный ответ о пути на третьем участке ставить 6 баллов при использовании закона площадей. При этом, если площадь попадает в интервал от 13 до 15 клеток оценку не снижать.

В том числе:

За идею о применении идеи сравнения площадей ставить 1 балл.

За нахождение числа полных клеток ставить 1 балл

За нахождение числа неполных клеток ставить 1 балл

За применение правила $N = N_1 + 0,5N_2$ ставить 1 балл

Учёт пропорциональности площадей первого участка и третьего ставить 1 балл

За правильный ответ ставить 1 балл

За правильный ответ о пути на третьем участке ставить 4 балла при использовании правила средней скорости (т.к. средняя скорость на глазок определяется слишком неточно).

В том числе:

За идею о нахождении средней скорости на глазок ставить 1 балл.

За учёт отношения средних скоростей при нахождении пройденного пути ставить 1 балл

За учёт отношения продолжительности интервалов движения при нахождении пройденного пути ставить 1 балл. За получение правильного ответа ставить 1 балл.

3. «Кораблик в тазике» (10 баллов). Для Малыша наполнили тазик водой и дали ему игрушечный кораблик. Кораблик плавал на поверхности воды. Как изменился уровень воды в тазике, когда Малыш поставил на кораблик сундук с «драгоценностями» (разноцветными камушками) ? (3 балла) Как изменился уровень воды в тазике (относительно уровня с плавающим на кораблике с сундуком), после того как сундук свалился с кораблика и оказался на дне тазика а кораблик продолжил плавать. (7 баллов) Оба ответа обязательно обоснуйте.

3. «Кораблик в тазике». Ответ на вопрос 1: увеличится. **Ответ на вопрос 2:** уменьшится

Возможное пояснение к ответу 1. Масса кораблика с сундуком увеличилась, поэтому сила тяжести, действующая на кораблик с сундуком, увеличилась и стала больше силы Архимеда. Поэтому кораблик стал дополнительно погружаться в воду до тех пор, пока сила Архимеда не

уравновесит силу тяжести. Увеличение силы Архимеда происходит путём увеличения объёма вытесняемой воды. Поэтому уровень воды в тазике увеличится.

Возможное пояснение к ответу 2. Для упрощения рассуждений рассмотрим идеализированную ситуацию: предположим, что масса кораблика пренебрежимо мала. Тогда получается что в случае нахождения сундука на плавающем корабле корабль вытесняет объём воды, вес которой равен весу сундука, а когда сундук свалился в воду и утонул, он стал вытеснять объём равный своему объёму. Если сундук утонул, значит, его средняя плотность оказалась больше плотности воды. Поэтому он теперь стал вытеснять объём, меньший, чем в случае, когда он находился на плавающем корабле. Следовательно, уровень воды в тазике уменьшится. *Вернёмся к исходной задаче.* Поскольку кораблик имел массу, то в обоих случаях он дополнительно вытеснял одинаковый объём воды, вес которой был равен весу кораблика. Поэтому и в этом случае ответ не изменится, т.е. уровень воды уменьшится. *Комментарий от составителей: вариантов решения этой задачи существует не менее пяти, любой из них имеет право быть указан и считаться правильным.*

3. «Кораблик в тазике». Критерии оценки. За ответы без обоснования баллы не ставить.

За правильный ответ с обоснованием на первый вопрос ставить 3 балла, на второй 7 баллов.

Если в обосновании замечены логические недочёты или обоснование неполное, то оценка снижается на 1 балл, при ответе на вопрос 1, и на 2 балла, при ответе на вопрос 2. Если при обосновании допущена грубая физическая ошибка, то максимальное количество баллов за ответ на вопрос 1 – 1 балл, на вопрос 2 – 3 балла.

4. «О птичках!» (10 баллов). Попробуйте объяснить причину эпизодов поведения птиц. Постарайтесь ответить на каждый вопрос. При объяснении обязательно упоминайте учитываемые Вами физические законы, физические явления, силы.

Ситуация 1. «Сон синички». На видеоролике, записанном в зимнее время, видно, как синичка залетела в приспособленную для видеозаписи коробку типа скворечник. Уселась на жёрдочку. Распушила перья. Нагнула голову и прикрыла её крылом. Подняла одну лапку так, что она скрылась в оперенье и уснула. Поясните: **1.1.** Зачем она забралась в скворечник? **1.2.** Зачем она распушилась? **1.3.** Зачем спрятала голову под крыло? **1.4.** Зачем осталась спать на одной лапке?

Ситуация 2. «Галка и грач». Автор этой задачи однажды наблюдал следующую ситуацию. Морозным осенним утром грач подобрал замёрзший кусок булки, взлетел на дерево прижал лапой булку к сучу и стал её поклёвывать. Рядом на этот же сук прилетела галка, которая не успела ухватить этот кусок. Галка стала стучать клювом по суку. В результате в некоторый момент грач выронил булку, галка мгновенно слетела вниз и ухватила добычу. Почему галке помог стук по суку?

Ситуация 3. «Орлы» Люди давно заметили, что орлы могут часами парить в воздухе, практически не делая взмахов крыльями. **3.1.** Почему им удаётся при этом не падать вниз и даже подниматься вверх? **3.2.** Почему в горах орлы могут подняться на наибольшую высоту по сравнению с местом откуда они взлетели?

4. «О птичках!». Возможные ответы и их обоснование: О ситуации 1. «Сон синички». 1.1. укрывается от ветра, чтобы уменьшить конвекцию, чтобы ветер на обдувал её тело, охлаждая его за счёт конвекции. **1.2.** Когда птица распушится, то воздух между перьями не участвует в конвекционном движении, а благодаря тому, что воздух плохо проводит тепло, тепло от тельца птицы медленно переходит в окружающую среду. **1.3.** Под крылом голова синицы дополнительно укрывается от холодного окружающего воздуха и медленнее охлаждается. **1.4.** Лапки птиц не имеют перьев, поэтому быстрее охлаждаются. Когда лапка поджимается и прячется в оперении уменьшается поверхность наиболее интенсивной теплопередачи. **О ситуации 2. «Галка и грач».** Когда галка стучала по суку, сила прижимания булки к суку менялась, периодически уменьшаясь, поэтому периодически уменьшалась и сила трения булки о поверхность сука или поверхность лапки. В некоторый момент эта сила трения оказалась меньше силы тяжести, действующей на булку и она выскользнула. **О ситуации «Орлы» 3.1.** Орлы парят благодаря восходящим потокам

тёплого воздуха, которые поднимаются вверх из-за действия силы Архимеда, возникающей благодаря разности плотностей холодного и горячего воздуха. **3.2.** В горах большие перепады температур из-за неравномерного прогрева различных участков поверхности гор. Возле прогретых солнцем склонов гор образуются мощные восходящие потоки (устанавливается тяга), которые и поднимают орлов на большие высоты.

4. «О птичках!». **Критерии оценки.** Учащимся предложены три ситуации. При выставлении баллов руководствоваться следующим правилом. За правильное объяснение любой одной из трёх ситуаций (на все вопросы по этой ситуации) ставить 5 баллов. За правильное объяснение любых двух ситуаций ставить 8 баллов. За правильное объяснение трёх ситуаций ставить 10 баллов. Ситуацию считать правильно обоснованной, если дан правильный ответ и в обосновании упоминались физические процессы, законы, силы. При этом не следует ожидать, и требовать, чтобы ответы участников полностью совпадали с авторскими. Если ответ дан в целом правильный, но недостаточно обоснованный, то ставить половину от положенных за полный ответ баллов. Если дан правильный ответ в виде одного слова, то ставить треть от максимального количества баллов. Итоговый балл за задание округлить до целого с избытком.

.