

Задачи, ответы и критерии оценок

Авторы задач:

*Д.Б. Азнауров, Л.И. Арзамасский, С.Д. Варламов, Е.А. Мажник, И.В. Маслов,
М.Ю. Ромашица, М.В. Семенов, О.Ю. Шведов, Е.В. Якута*

Каждая задача оценивается из 10 очков. Всего участник по 7-9 классам может набрать до 40 очков, по 10 классу - до 50 очков.

- Участник, набравший не менее 31 очков из 40 по 7-9 классам или не менее 41 очка из 50 по 10 классу, считается победителем первого тура.
- Участник, не ставший победителем, но набравший не менее 20 очков из 40 по 7-9 классам или не менее 25 очков из 50 по 10 классу, считается призером первого тура.
- Участник, не ставший победителем или призером, но набравший не менее 10 очков, получает грамоту за успешное выполнение задания первого тура.

Полностью правильное решение задачи оценивается в 10 очков вне зависимости от способа решения. Ответ, данный без решения, не оценивается.

9 класс

Задача 1. Мячик бросают с начальной скоростью V с поверхности земли под углом α к горизонту. В момент нахождения мячика на максимальной высоте из той же точки на поверхности земли бросают камень под углом β к горизонту. Размеры мячика и камня малы, сопротивлением воздуха можно пренебречь.

1) Определите, с какой начальной скоростью u бросили камень, если он столкнулся с мячиком во время его полета.

2) Найдите время движения камня от момента его броска до момента столкновения с мячиком

Ответ: начальная скорость камня равна $u = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta - 2 \operatorname{ctg} \alpha \sin \beta}$, время движения камня от момента его броска до момента столкновения с мячиком равно $t = \frac{V \sin^2 \alpha (\cos \beta - 2 \operatorname{ctg} \alpha \sin \beta)}{2g \cos \alpha \sin \beta}$

Критерии оценок: Участник, обоснованно получивший правильный ответ, получает 10 очков. При частично правильном решении участник получает: до +3 очков за исследование движения мяча (по одному очку за указание на постоянную горизонтальную скорость $V \cos \alpha$, за нахождение высоты подъема мяча в верхней точке траектории, за нахождение пройденного к этому моменту расстоянию по горизонтали); +5 очков за правильную систему уравнений для траекторий камня и мяча (четыре уравнения: зависимость двух координат от времени для камня и для мяча); +1 очко за обоснованный ответ для скорости u , +1 очко за обоснованный ответ для промежутка времени t .

Задача 2. На горизонтальном глинистом дне водоема стоит кубик с длиной ребра a и плотностью ρ . Высота уровня воды над верхней гранью кубика равна H . В начальный момент времени воды под кубиком нет. Вода начинает очень медленно подтекать под кубик. Чему будет равна площадь S части нижней грани, которая останется сухой к моменту, когда кубик начнет всплывать? Плотность воды равна ρ_v , кубик легче воды.

Ответ: площадь части нижней грани, которая останется сухой к моменту, когда кубик начнет всплывать, равна $S = \frac{(\rho_b - \rho)a^3}{\rho_b(a + H)}$.

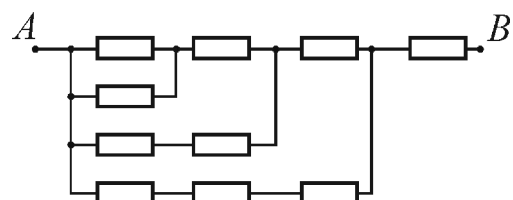
Критерии оценок: Участник, обоснованно получивший правильный ответ, получает 10 очков. При отсутствии верного ответа, но правильном расчете силы, действующей на кубик со стороны воды, участник получает 6 очков. При неправильном расчете силы, действующей на кубик со стороны воды, участник получает не более 2 очков за использование формул для объема кубика и площади грани кубика, соотношения для массы, плотности и объема, соотношения для силы тяжести.

Задача 3. Для изготовления нагревательной спирали кипятильника взяли проволоку длиной l_1 . После подключения этого кипятильника к источнику напряжения с малым внутренним сопротивлением на нагревание некоторой массы воды в калориметре на 50°C было затрачено время $\tau_1 = 2$ минуты. Затем проволоку, из которой была сделана спираль кипятильника, расплавили и изготовили из расплава новую проволоку длиной $l_2 = 2l_1$. Из новой проволоки сделали другую спираль для кипятильника, опустили его в другой калориметр с другим количеством воды, и подключили кипятильник к тому же источнику напряжения. На нагревание воды на 50°C во втором калориметре было потрачено время $\tau_2 = 12$ минут. Во сколько раз масса воды во втором калориметре отличается от массы воды в первом калориметре? Считайте, что потерь теплоты при нагревании воды не происходит, теплоемкости калориметров пренебрежимо малы, а плотность и проводимость металла после переплавки остаются прежними.

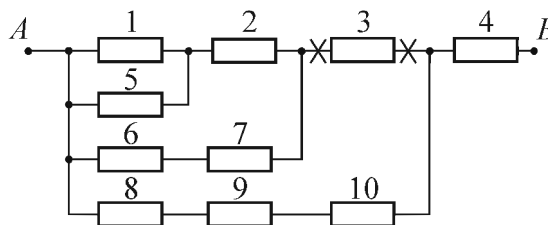
Ответ: массы воды в калориметрах отличаются в $\frac{m_2}{m_1} = \frac{\tau_2}{\tau_1} \left(\frac{l_1}{l_2} \right)^2 = \frac{\tau_2}{4\tau_1} = 1,5$ раза.

Критерии оценок: Участник, обоснованно получивший правильный ответ, получает 10 очков. Если получен верный ответ в виде формулы, но числовые значения подставлены неверно, участник получает 9 очков. При отсутствии верного ответа участник может получить до 7 очков за следующие пункты: +2 очка за использование формулы, связывающей сопротивление, удельное сопротивление, длину и площадь поперечного сечения проводника; +2 очка, если показано, что $R_2 = 4R_1$; +1 очко за использование формулы, связывающей выделяемую на резисторе мощность с напряжением на резисторе и сопротивлением резистора; +1 очко за использование формулы, связывающей количество теплоты, удельную теплоемкость, массу и изменение температуры; +1 очко за использование формулы, связывающей мощность, энергию и время.

Задача 4. Участок AB электрической цепи, схема которого показана на рисунке, состоит из одинаковых резисторов и проводов, сопротивление которых пренебрежимо мало. Сопротивление этого участка цепи равно $R_1 = 730$ Ом. После того, как школьник Вася перерезал один из проводов, сопротивление участка AB стало равным $R_2 = 1360$ Ом. В каких точках Вася мог перерезать провод? Укажите две такие точки. Ответ обоснуйте.



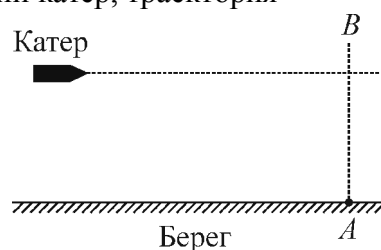
Ответ: Вася мог перерезать провод возле резистора №3 с любой из сторон от него (соответствующие места показаны на рисунке крестиками).



Критерии оценок: Участник, обоснованно получивший правильный ответ (указавший любой из способов перерезания провода и доказавший, что сопротивление равно требуемому значению), получает 10 очков. Если, наряду с правильным, указан неправильный способ перерезания провода, то участник получает 6 очков. Участник, не получивший правильный ответ, может получить до 3 утешительных очков по следующим основаниям: хотя бы раз верно использована формула для последовательного или параллельного соединения проводников - 1 очко; найдено сопротивление одного резистора - 2 очка.

10 класс

Задача 1. По спокойной поверхности озера плывёт маленький катер, траектория которого параллельна прямой линии берега и лежит от него на расстоянии L . Стоящий в точке A наблюдатель увидел, что первая волна от катера достигла точки A спустя время t после того, как катер пересёк прямую AB , перпендикулярную берегу (см. рис). После этого волны ударяли о берег в этом месте с периодом T . Расстояние между соседними гребнями волн равно λ . Найдите скорость катера.



Ответ: скорость катера равна
$$v = \frac{\lambda}{\sqrt{T^2 - \left(\frac{\lambda t}{L}\right)^2}}.$$

Критерии оценок: Участник, обоснованно получивший правильный ответ, получает 10 очков. Если решение не доведено до правильно ответа, участник может получить до 5 утешительных очков по следующим основаниям: верно записано соотношение, связывающее скорость волны, длину волны и период T - 1 очко; правильно найден угол между направлением распространения волны и берегом - 4 очка.

Задача 2. В вертикальной плоскости закреплено круглое кольцо радиусом R , на которое в верхней точке надета бусинка массой m . После небольшого толчка бусинка начинает соскальзывать вниз по кольцу под действием силы тяжести. Всеми силами трения можно пренебречь.

- 1) С какой силой бусинка давит на кольцо в точке, лежащей на его горизонтальном диаметре?
- 2) Чему равен модуль импульса бусинки в момент, когда она не давит на кольцо?

Ответ: сила давления бусинки на кольцо в точке, лежащей на его горизонтальном диаметре, равна $F = 2mg$ и направлена по радиусу от центра кольца;

- 2) модуль импульса бусинки в момент, когда она не давит на кольцо, равен

$$p_0 = m\sqrt{\frac{2}{3}}gR.$$