

Задачи, ответы и критерии оценок

Авторы задач:

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

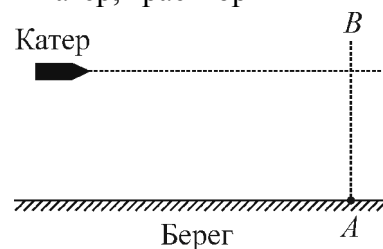
Каждая задача оценивается из 10 очков. Всего участник по 7-9 классам может набрать до 40 очков, по 10 классу - до 50 очков.

- 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.

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

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

Критерии оценок: Участник, обоснованно получивший правильный ответ на первый вопрос, получает 5 очков. Участник, обоснованно получивший правильный ответ на второй вопрос, получает 5 очков. Если участник не получил правильный ответ ни на один из вопросов, он может получить до 3 утешительных очков по следующим основаниям: хотя бы раз верно записан закон сохранения энергии - 1 очко; хотя бы раз верно записана формула для центростремительного ускорения - 1 очко; хотя бы раз верно записан второй закон Ньютона - 1 очко.

Задача 3. На водопроводном смесителе установлены два крана – холодный и горячий. Краны одинаковы по своей конструкции – она такова, что количество воды, протекающее через каждый кран за одну секунду, пропорционально углу поворота крана при его открывании. Если повернуть холодный кран на угол $\alpha_1 = 180^\circ$, а горячий кран – на угол $\beta_1 = 60^\circ$, из крана потечёт вода температурой $t_1 = 36^\circ\text{C}$. Если же повернуть холодный кран на угол $\alpha_2 = 120^\circ$, а горячий кран – на угол $\beta_2 = 90^\circ$, то из крана потечёт вода температурой $t_2 = 48^\circ\text{C}$. Найдите температуру воды, текущей из крана, когда холодный кран повернут на угол $\alpha_3 = 160^\circ$, а горячий кран повернут на угол $\beta_3 = 80^\circ$. Потерями теплоты в смесителе пренебречь.

Ответ: когда холодный кран повернут на угол $\alpha_3 = 160^\circ$, а горячий кран повернут на угол $\beta_3 = 80^\circ$ из крана течет вода температурой $41,6^\circ\text{C}$.

Критерии оценок: Участник, обоснованно получивший правильный ответ, получает 10 очков. Если участник не получил правильный ответ, он может получить до 4 утешительных очков по следующим основаниям: указано, что расход воды пропорционален углу поворота крана - 1 очко; записана формула для температуры смеси в зависимости от углов - 3 очка.

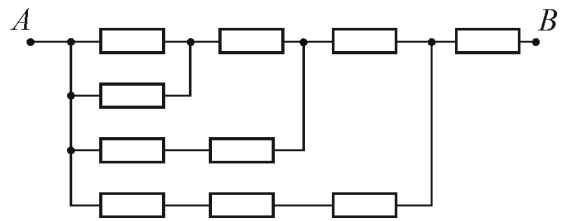
Задача 4. В нижней части вертикального цилиндрического сосуда, разделенного подвижным легким поршнем, находится аргон. Верхняя часть сосуда полностью заполнена водой массой $m = 1$ кг и открыта в атмосферу. При температуре $t_1 = 27^\circ\text{C}$ поршень расположен на высоте, составляющей $1/4$ высоты сосуда. После нагревания всей системы до температуры $t_2 = 127^\circ\text{C}$ равновесие достигается при расположении поршня на $1/2$ высоты сосуда. Найдите площадь S поперечного сечения сосуда и высоту H сосуда. Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. Абсолютный нуль считайте равным $t_0 = -273^\circ\text{C}$, плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Ответ: площадь поперечного сечения сосуда $S = \frac{mg}{p_0 \left(2 \frac{T_1}{T_2} - 1 \right)} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 2 \text{ см}^2$,

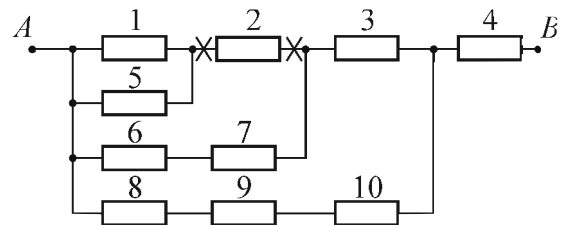
высота сосуда $H = \frac{4p_0}{3\rho g} \left(2 \frac{T_1}{T_2} - 1 \right) \approx 6,7 \text{ м}$.

Критерии оценок: Участник, обоснованно получивший правильный ответ на вопрос о площади, получает 5 очков. Участник, обоснованно получивший правильный ответ на вопрос о высоте сосуда, получает 5 очков. Если участник не получил правильный ответ ни на один из вопросов, он может получить до 4 утешительных очков по следующим основаниям: градусы Цельсия верно переведены в кельвины - 1 очко; сказано, что давление груза на поршень равно mg/S - 1 очко; отмечено, что в конце вода превращается в пар, который улетучивается - 1 очко; верно записано уравнение идеального газа - 1 очко.

Задача 5. Участок AB электрической цепи, схема которого показана на рисунке, состоит из одинаковых резисторов и проводов, сопротивление которых пренебрежимо мало. Сопротивление этого участка цепи равно $R_1 = 219$ Ом. После того, как школьник Вася перерезал один из проводов, сопротивление участка AB стало равным $R_2 = 255$ Ом. В каких точках Вася мог перерезать провод? Укажите две такие точки. Ответ обоснуйте.



Ответ: Вася мог перерезать провод возле резистора №2 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.