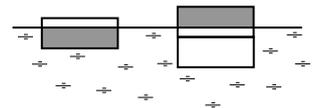


**Решения и критерии оценивания решений задач
Заключительного тура олимпиады «Росатом», 2021-2022 учебный год,
физика, 8 класс**

1. Самолет вылетел из города А в город В в момент времени $t_1 = 12$ часов, а приземлился в городе В в момент времени $t_2 = 14$ часов местного времени. В момент времени $t_3 = 22$ часа по времени города В он вылетел обратно и прилетел в город А в момент времени $t_4 = 6$ часов утра местного времени. Найти, сколько времени длился перелет при условии, что и туда и обратно самолет летел одинаковое время.

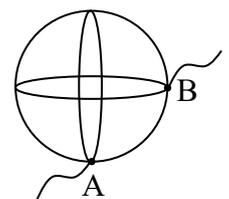
2. Брусек в форме прямоугольного параллелепипеда плавает в воде. Когда на него поставили еще один точно такой же брусок, над поверхностью воды оказался точно такой же объем, как и объем погруженной в воду части одного бруска (на рисунке эти объемы закрашены). Найти плотность материала брусков, если плотность воды ρ_0 .



3. Калориметр с водой имеет температуру $T = 40^\circ \text{C}$. В калориметр опускают бутылочку с детским питанием с температурой $t = 8^\circ$, и она нагревается до температуры $T_1 = 36^\circ \text{C}$. Затем эту бутылочку достают и опускают в калориметр еще две точно таких же бутылочки. До какой температуры они нагреются. Потерями тепла в окружающее пространство пренебречь.

4. По реке, скорость течения которой равна u , навстречу друг другу плывут два корабля. В некоторый момент времени, когда расстояние между кораблями равнялось S , от корабля, который плыл по течению, отплывает быстроходный катер. Когда катер доплывает до второго корабля, он разворачивается, плывет к первому кораблю, разворачивается и далее курсирует между кораблями. Какой путь проходит катер до момента встречи кораблей? Скорость кораблей в стоячей воде v , скорость катера в стоячей воде w . Корабли и катер считать точечными. Катер разворачивается мгновенно.

5. Спаяли три проволочных окружности одинакового радиуса, сделанных из одинакового провода, расположив их под прямыми углами друг к другу (см. рисунок). Сопротивление провода, из которого сделана каждая окружность, равно R . Окружности включили в электрическую цепь за две соседних точки пересечения окружностей (точки А и В на рисунке). Найти сопротивление этой цепи. В точках пересечения проводов между ними есть электрические контакты.



Решения

1. Пусть время полета самолета из А в В (и из В в А) равно x , время в городе В на Δt меньше, чем в городе А. Тогда очевидно

$$t_1 + x = t_2 + \Delta t$$

$$t_3 + x = t_4 - \Delta t$$

Складывая эти уравнения, получим

$$x = \frac{1}{2}(t_2 - t_1) + \frac{1}{2}(t_4 - t_3) = 5 \text{ часов}$$

(при подстановке значений, необходимо учесть, что $t_4 = 6$ часов утра составляет 30 часов по той шкале, в которой определено время t_3 , и потому $t_4 - t_3 = 8$ часов).

Вычитая уравнения, можно найти разницу во времени между городами

$$\Delta t = \frac{1}{2}(t_4 - t_3) - \frac{1}{2}(t_2 - t_1) = 3 \text{ часа}$$

Критерии оценивания решения задачи (максимальная оценка за решение – 2 балла)

1. Правильная идея решения – использование сдвига по времени между городами А и В - 0,5 балла

2. Правильное уравнение (с учетом сдвига времени) для движения самолета «туда» – 0,5 балла

3. Правильное уравнение (с учетом сдвига времени) для движения самолета «обратно» – 0,5 балла

4. Правильный ответ – 0,5 балла

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

2. Пусть масса бруска m . Тогда условие плавания одного бруска в воде дает

$$mg = \rho_0 g V_1$$

где V_1 - объем погруженной в воду части одного бруска. Поскольку два бруска имеют удвоенную массу и удвоенный объем, то условие плавания двух брусков дает

$$2mg = \rho_0 g (2V - V_1)$$

Деля эти уравнения друг на друга, получим

$$\frac{1}{2} = \frac{V_1}{2V - V_1}$$

Отсюда находим, что

$$V_1 = \frac{2}{3}V$$

а из условия плавания одного бруска – его плотность

$$\rho = \frac{2}{3}\rho_0$$

Критерии оценивания решения задачи (максимальная оценка за решение – 2 балла)

1. Использование правильного выражения для силы Архимеда и правильное условие плавания тела – 0,5 балла

2. Правильные условия плавания одного и двух брусков – 0,5 балла

3. Правильно найден объем погруженной в воду части одного бруска – 0,5 балла

4. Правильный ответ – 0,5 балла

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

3. Пусть теплоемкость одной бутылочки равна C_1 , теплоемкость калориметра C . Тогда уравнение теплового баланса для опускания одной бутылочки в калориметр дает

$$C_1(T_1 - t) = C(T - T_1)$$

Отсюда находим отношение теплоемкостей калориметра и бутылочки

$$\frac{C}{C_1} = \frac{T_1 - t}{T - T_1} = 7$$

(вычисления можно проводить в градусах Цельсия, поскольку в уравнение теплового баланса входят разности температур). Уравнение теплового баланса для второго случая дает

$$2C_1(T_2 - t) = C(T_1 - T_2)$$

где T_2 - температура, установившаяся во втором случае. Решая это уравнение, находим

$$T_2 = \frac{(C/C_1)T_1 + 2t}{(C/C_1) + 2} = 29,8^\circ\text{C}$$

Критерии оценивания решения задачи (максимальная оценка за решение – 2 балла)

1. **Правильная идея решения: нахождение отношения теплоемкости бутылочки и калориметра из уравнения теплового баланса для одной бутылочки – 0,5 балла**

2. **Правильные соотношения для полученного-отданного количества теплоты – 0,5 балла**

3. **Правильное отношение теплоемкостей – 0,5 балла**

4. **Правильный ответ – 0,5 балла**

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

5. Рассмотрим движение тел с точки зрения наблюдателя, плывущего на плоту по реке (в системе отсчета, связанной с водой). С точки зрения этого наблюдателя корабли плывут с одинаковой скоростью v , катер в обоих направлениях плывет с одинаковой скоростью w . Поэтому время, в течение которого катер курсирует между кораблями равно времени t встречи кораблей, т.е.

$$t = \frac{S}{2v}$$

Найдем теперь, сколько времени катер от первого корабля ко второму (по течению) t_1 и от второго к первому (против течения) t_2 . С одной стороны

$$t_1 + t_2 = t \tag{1}$$

С другой стороны, поскольку с точки зрения наблюдателя, движущегося с течением, встреча кораблей (и катера) произойдет ровно посередине между их начальными положениями, то в одном направлении катер пройдет на $S/2$ большее расстояние, чем в другом. Поэтому

$$wt_1 - wt_2 = \frac{S}{2}$$

Из этих уравнений находим

$$t_1 = \frac{t}{2} + \frac{S}{4w}, \quad t_2 = \frac{t}{2} - \frac{S}{4w} \tag{2}$$

Чтобы найти путь, пройденный катером относительно берега, вернемся в систему отсчета, связанную с землей. Путь, пройденный катером, равен сумме путей, пройденных по течению и против течения. А поскольку по течению он плывет со скоростью $w+u$, а против – со скоростью $w-u$, имеем для пройденного катером пути L

$$L = (w+u)t_1 + (w-u)t_2$$

Используя теперь формулы (1) и (2), получим

$$L = (w+u)\left(\frac{t}{2} + \frac{S}{4w}\right) + (w-u)\left(\frac{t}{2} - \frac{S}{4w}\right) = wt + \frac{Su}{2w} = \frac{S(w^2 + uv)}{2vw}$$

Критерии оценивания решения задачи (максимальная оценка за решение – 2 балла)

1. Правильная идея решения – нахождение времени движения катера, а затем и пройденного им пути – 0,5 балла
2. Правильное время движения катера «по течению» – 0,5 балла
3. Правильное время движения катера «против течения» – 0,5 балла
4. Правильный ответ – 0,5 балла

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

5. Поскольку цепь симметрична относительно плоскости, проходящей под углом 45° между точками А и В (см. рисунок 1; плоскость симметрии пунктиром), то

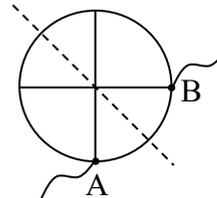


Рис. 1

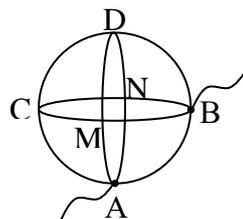


Рис. 2

токи во «входных» и соответствующих «выходных» проводах должны быть одинаковы. Следовательно, одинаковыми являются токи, текущие в проводах АМ и МВ (а также СМ и МD; см. рисунок 2). Поэтому перетекания зарядов в точке М из участка цепи СМD в участок цепи АМВ нет (а также из участка СN D в участок АNВ). Поэтому разрывы цепи, показанные на

рисунке 3 не изменяют распределение токов в цепи, и, следовательно, ее сопротивление. А эта цепь является

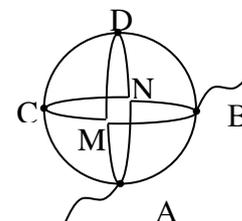


Рис. 3

неразветвленной и может быть представлена так, как это показано на рисунке 4, где сопротивление каждого резистора равно четверти сопротивления окружности, т.е. $R/4$. Вычисляя ее сопротивление стандартным образом (по

правилам нахождения сопротивления последовательно и параллельно соединенных проводников), получим

$$R_{об} = \frac{5R}{48}$$

Критерии оценки решения задачи (максимальная оценка за решение – 2 балла)

1. Правильная идея решения – использование симметрии цепи относительно «водной» и «выходной» точек (одинаковость токов, текущих по проводам АМ и МВ (а также АN и NВ) – 0,5 балла
2. Обоснование разрыва цепи в точках М и N и правильная эквивалентная цепь – 0,5 балла
3. Правильные формулы сложение сопротивлений при последовательном и параллельно соединении элементов

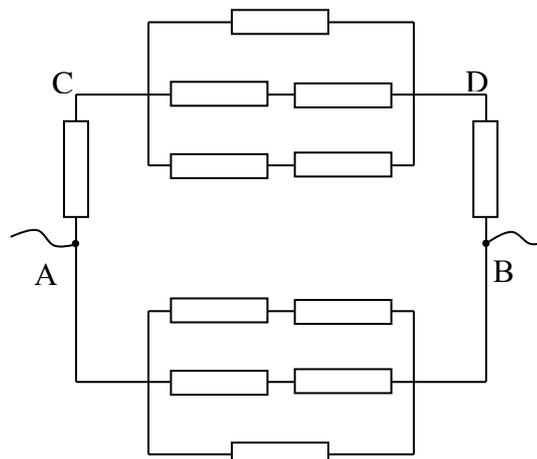


Рис. 4

- 0,5 балла

4. Правильный ответ – 0,5 балла

Оценка за решение задачи равна сумме оценок за перечисленные пункты.

Оценка работы

Оценка работы складывается из оценки задач. Максимальная оценка – 10 баллов.

Допустимыми являются все целые или «полуцелые» оценки от 0 до 10.