

## Московская олимпиада школьников по физике, 2014/15, второй тур, 7-10 классы

### Задачи, ответы и критерии оценок

Авторы задач:

С.Д. Варламов, Е.А. Вишнякова, А. Коваленко, Е.А. Мажник, И.В. Маслов,  
М.Ю. Ромашица, А.В. Фролов, Д.Э. Харабадзе, А.А. Якута

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Всего участник по 7-9 классам может набрать до 40 баллов, по 10 классу - до 50 баллов. Полностью правильное решение задачи оценивается в 10 очков вне зависимости от способа решения. Ответ, данный без решения, не оценивается.

#### 7 класс

**Задача 1.** Тренер проводит занятия по физкультуре необычным способом. Сам он начинает идти по кругу стадиона с постоянной скоростью  $u = 1$  м/с. За тренером в тот же момент по кругу стадиона начинает бежать его ученик, который все время движется с постоянной скоростью  $V = 3$  м/с. Когда он достигает тренера, ученик быстро разворачивается, возвращается обратно, добирается до старта, снова быстро разворачивается, опять бежит до тренера, и далее повторяет эти действия нужное число раз. В конечном итоге тренер и ученик пришли к финишу одновременно, причем тренер прошел менее одного круга.

1) Какой путь  $S_1$  пробежал ученик к моменту первой встречи с тренером?

2) Какой путь  $S$  пробежал ученик до момента финиша?

Длина окружности стадиона от старта до финиша равна  $L = 400$  м. В момент старта ученика и тренера длина дуги окружности между ними была равна  $D = 100$  м. Ученик начинает бежать с линии старта, которая совпадает с линией финиша.

**Ответ:** 1) ученик к моменту первой встречи с тренером пробежал путь  $S_1 = \frac{VD}{V-u} = 150$  м;

2) ученик до момента финиша пробежал путь  $S = \frac{V(L-D)}{u} = 900$  м.

**Критерии оценок:** Участник, давший обоснованный правильный ответ на оба вопроса, получает 10 баллов, давший обоснованный правильный ответ на один вопрос - 5 баллов. Если решение не доведено ни до одного правильного ответа, участник может получить 2 утешительных балла, если хотя бы раз использовал формулу, связывающую скорость, время и расстояние.

**Задача 2.** Школьник Николай проводит опыт по наполнению сосуда водой. Когда Николай открыл кран с горячей водой, электронные часы показывали 07:03. Когда сосуд заполнился на четверть (часы показывали 07:10), Николай дополнительно открыл кран с холодной водой. Когда сосуд заполнился до половины (на часах было 07:13), Николай закрыл кран с горячей водой. Каким может быть показание часов, когда сосуд заполнится полностью? При решении учитывайте, что часы показывают, например, время 07:03 в моменты времени от 7 ч 03 мин. 00 с до 7 ч 03 мин. 59,9999... с, а затем показание часов скачком изменяется на 07:04. Открывание и закрывание кранов производится очень быстро.

**Ответ:** в момент заполнения сосуда часы могут показывать любое время от 07:18 до 07:38.

**Критерии оценок:** Участник, давший обоснованный правильный ответ, получает 10 баллов. Если участник получил формулу для  $t$ , но не проанализировал или неправильно проанализировал неравенства, он получает 6 баллов. Если участник не получил общую

формулу для  $t$ , но обоснованно получил какое-то одно значение из интервала от 7:18 до 7:38, он получает 3 балла. Если ни для одного из случаев участник не довел решение до верного ответа, он может получить до 2 утешительных баллов: использована формулы для расхода воды в единицу времени, времени и объема - 1 балл; отмечено, что расходы воды при открытии двух кранов складываются - 1 балл.

**Задача 3.** Вася наполнил две одинаковые легкие пластиковые бутылки емкостью 1 литр кварцевым песком по самое горлышко, и взвесил их. Получились одинаковые массы 1530 г. Затем Вася аккуратно пересыпал песок из одной бутылки в пакет, заполнил бутылку наполовину водой и медленно высыпал весь песок из пакета обратно в эту бутылку, которая снова оказалась заполненной по самое горлышко смесью песка с водой. Весы показали массу бутылки 1866 г. Какова плотность кварца?

**Ответ:** Плотность кварца равна 2,30 г/см<sup>3</sup>.

**Критерии оценок:** Участник, давший обоснованный правильный ответ, получает 10 баллов. Если решение не доведено до правильного ответа, участник может получить до 3 утешительных баллов по следующим основаниям: хотя бы раз верно использована формула, связывающая массу, плотность и объем - 1 балл; отмечено, что часть воды из бутылки вытекла - 1 балл; найден объем оставшейся в бутылке воды или объем песка - 1 балл.

**Задача 4.** В 1802 году Ж. Гей-Люссак, исследуя тепловое расширение воздуха, обнаружил, что объем порции воздуха при атмосферном давлении линейно зависит от температуры, измеряемой в градусах Цельсия: график зависимости объема от температуры является прямой линией. При этом объемы воздуха при температурах 100 °С и 0 °С относятся примерно как 11 : 8.

1) Запишите формулу, выражающую плотность  $\rho$  воздуха при температуре  $t$  через плотность воздуха  $\rho_0$  при 0 °С и температуру  $t$  (выраженную в градусах Цельсия).

2) Определите отношение плотности воздуха при температуре 10 °С к плотности воздуха при температуре 20 °С.

3) Считая плотность воздуха при 0 °С равной  $\rho_0 = 1,3$  кг/м<sup>3</sup>, рассчитайте, как и на сколько изменится масса воздуха в помещении объемом 40 м<sup>3</sup> при уменьшении температуры от 20 °С до 10 °С.

**Ответ:** 1) зависимость плотности воздуха от температуры, выраженной в градусах Цельсия,

дается формулой  $\rho_t = \frac{\rho_0}{1 + \frac{3}{800}t}$ ; 2) отношение плотностей воздуха при температурах 10 °С и

20 °С равно  $\frac{\rho_{10}}{\rho_{20}} = \frac{86}{83} \approx 1,036$ ; 3) масса воздуха в помещении увеличится на  $\Delta m \approx 1,75$  кг.

**Критерии оценок:** Участник, давший обоснованный правильный ответ на первый вопрос, получает 6 баллов. Если решение не доведено до правильного ответа на первый вопрос, участник может получить до 2 утешительных баллов по основаниям: записан вид линейной зависимости объема от температуры - 1 балл, использована формула для массы, плотности и объема - 1 балл.

При обоснованном правильном ответе на первый вопрос, за который стоит 6 баллов, проверяются ответы на второй и третий вопросы: за обоснованный правильный ответ на каждый из вопросов участник получает 2 балла.