

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.

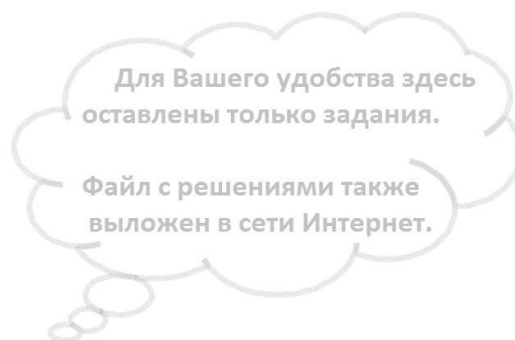
7 класс

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?

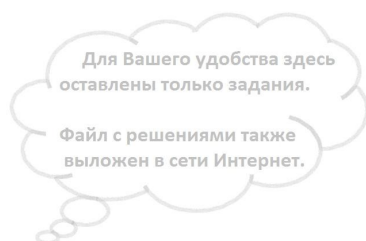
2) Какой путь S пробежал ученик до момента финиша?

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.



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.

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?



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 ρ воздуха при температуре t через плотность воздуха ρ_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 $\rho_0 = 1,3 \text{ кг/м}^3$, рассчитайте, как и на сколько изменится масса воздуха в помещении объемом 40 м³ при уменьшении температуры от 20 °С до 10 °С.