

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ. 2017–2018 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 7 КЛАСС



1. В ящик с жесткими стенками, имеющий форму куба объемом 1 м^3 и массой 300 кг, насыпали стальные шары диаметром 20 мм плотностью 7800 кг/м^3 . Затем ящик потрясли и добавили в него столько шаров, что больше уже не получается засунуть ни одного шара (то есть получилась максимально плотная упаковка шаров в ящике). Суммарная масса шаров и ящика получилась равной 6072 кг. Далее в этот же ящик с шарами досыпали еще мелких шариков диаметром 1 мм, сделанных из того же материала, и снова «утрясли» ящик до максимально возможного заполнения, досыпая при необходимости мелкие шарики. Оцените, какой после этого стала суммарная масса ящика с шарами и с шариками.

Возможное решение

Масса насыпанных в ящик крупных шаров равна 5772 кг, а занимаемый ими объем равен $(5772 \text{ кг}) / (7800 \text{ кг/м}^3) = 0,74 \text{ м}^3$. Следовательно, после заполнения ящика крупными шарами металл занимает только 740 литров из 1000. Оставшаяся часть объема ящика (260 литров) заполнена воздухом.

Так как диаметр маленького шарика в 20 раз меньше диаметра большого шара, то можно считать, что маленькие шарики засыпаются в пустой ящик объемом 260 литров. После засыпания в ящик мелких шариков, аналогично предыдущему случаю, 74% от 260 литров окажутся заполненными металлом. То есть суммарная масса ящика с шарами и с шариками будет равна $(6072 \text{ кг}) + 0,74 \cdot (0,26 \text{ м}^3) \cdot (7800 \text{ кг/м}^3) \approx 7572 \text{ кг}$.

Критерии оценивания

Найдена масса насыпанных в ящик крупных шаров.....	2 балла
Найден объем, занимаемый металлом (740 л) или воздухом (260 л)	3 балла
После досыпания в ящик мелких шариков они займут 74% от объема оставшегося в ящике воздуха	3 балла
Получен правильный ответ	2 балла

2. Первую часть пути машина проехала со скоростью v , а вторую часть со скоростью $4v$. В результате всего движения средняя скорость машины оказалась равна $2v$. Во сколько раз вторая часть пути длиннее первой?

Возможное решение

Пусть s_1 – первая часть пути, s_2 – вторая часть пути, тогда по определению средней скорости

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2}{\frac{s_1}{v} + \frac{s_2}{4v}} = 2v \Rightarrow 1 + \frac{s_2}{s_1} = 2 + \frac{s_2}{2s_1} \Rightarrow \frac{s_2}{s_1} = 2.$$

Критерии оценивания

1. Выражение для времени движения машины на первой части пути **2 балла**
2. Выражение для времени движения машины на второй части пути **2 балла**
3. Выражение для средней скорости **3 балла**
4. Численное значение $\frac{s_2}{s_1}$ **3 балла**

3. Рабочий катит тачку на колесике со скоростью $v = 4$ км/ч по дороге, вымощенной квадратными плитами в направлении, перпендикулярном стыкам между плитами. При этом примерно 20 раз в минуту слышится стук. Определите длину стороны дорожной плиты.

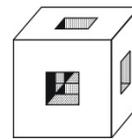
Возможное решение

Если за минуту рабочий слышит примерно 20 «туков», тогда за час он услышит в 60 раз больше. При этом за 1 час он проходит 4 км, значит, длина ребра дорожной плиты равна: $\frac{4000}{1200} \cong 3,3$ м.

Критерии оценивания

1. Определено количество ударов за час или время движения по одной плите **4 балла**
2. Определено расстояние, пройденное рабочим за час и длина одной плиты **4 балла**
3. Получено правильное численное значение длины **2 балла**

4. Большую коробку доверху заполнили деревянными кубиками, плотно уложив их ровными рядами. Через середины противоположных граней каждого из этих кубиков проделаны по три сквозных квадратных отверстия (схема одного кубика приведена на рисунке). Определите среднюю плотность содержимого коробки, если сторона кубика равна 9 см, а сторона отверстия 3 см. Плотность дерева 800 кг/м³.



Возможное решение

Средняя плотность содержимого коробки равна средней плотности одного кубика (с учётом отверстий). Масса кубика без отверстий $0,8 \cdot 9^3 = 583,2$ г. Объём одного отверстия $3 \cdot 3 \cdot 9 = 81$ см³, значит, объём полости кубика равен $3 \cdot 81 - 2 \cdot 3^3 = 189$ см³. Стало быть, масса кубика уменьшилась на $189 \cdot 0,8 = 151,2$ г (после того, как проделали отверстия). Окончательно получаем

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{583,2 - 151,2}{9^3} \approx 0,593 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 593 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Критерии оценивания

- | | |
|--|---------|
| 1. Найдена масса кубика | 2 балла |
| 2. Найден объём одного отверстия | 2 балла |
| 3. Найден объём полости кубика | 2 балла |
| 4. Найдена масса вырезанной части кубика | 2 балла |
| 5. Найдена средняя плотность коробки | 2 балла |