



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ 2019–2020 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
7 класс

Решения и критерии оценивания

Задача 1

В ящик с жёсткими стенками, имеющий форму куба объёмом 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 ещё мелких шариков диаметром 1 мм, сделанных из того же материала, и снова «утрясли» ящик до максимально возможного заполнения, досыпая при необходимости мелкие шарики. Оцените (то есть рассчитайте приблизительно), 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 объём 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 объёма 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 объёмом 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 $(6072 \text{ кг}) + 0,74 \times (0,26 \text{ м}^3) \times (7800 \text{ кг/м}^3) \approx 7573 \text{ кг}$.

Критерии оценивания

Найдена масса насыпанных в ящик крупных шаров **2 балла**

Найден объём, занимаемый металлом (740 л) или воздухом (260 л), **3 балла**

После досыпания в ящик мелких шариков они займут 74% от объёма оставшегося в ящике воздуха **3 балла**

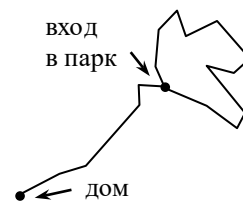
Получен правильный ответ **2 балла**

Баллы, полученные за верно выполненные действия, суммируются.

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 2

Однажды Вася проехал на велосипеде от дома до входа в парк со скоростью $v_1 = 15$ км/ч за некоторое время t . Там он задержался на время $t/6$ для того, чтобы съесть мороженое, и затем в течение времени $2t$ катался по дорожкам парка со скоростью $v_2 = 10$ км/ч. Оказавшись опять у входа, Вася решил, что он уже накатался, и, двигаясь со скоростью $v_3 = 18$ км/ч, вернулся той же дорогой домой.



Определите среднюю путевую скорость Васи за время всей прогулки (от выезда из дома до возвращения обратно домой).

Возможное решение

Расстояние от дома до входа в парк равно $S_1 = v_1 t$. В парке Вася проехал расстояние $S_2 = v_2 \cdot 2t$. От входа в парк до дома (на обратном пути) Вася проехал расстояние S_1 со скоростью v_3 , значит, он затратил на это время $\frac{S_1}{v_3} = \frac{v_1}{v_3} t = \frac{5}{6} t$. Средняя путевая скорость равна

$$v_{\text{ср.пут.}} = \frac{S_1 + S_2 + S_1}{t + \frac{t}{6} + 2t + \frac{5}{6}t} = \frac{2v_1 t + 2v_2 t}{4t} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 12,5 \text{ км/ч.}$$

Критерии оценивания

$S_1 = v_1 t$ 2 балла

$S_2 = v_2 \cdot 2t$ 2 балла

Время, за которое Вася вернулся от входа в парк домой ($\frac{5}{6} t$), 2 балла

$v_{\text{ср.пут.}} = \frac{\text{весь путь}}{\text{всё время}}$ 2 балла

$v_{\text{ср.пут.}} = 12,5 \text{ км/ч}$ 2 балла

Баллы, полученные за верно выполненные действия, суммируются.

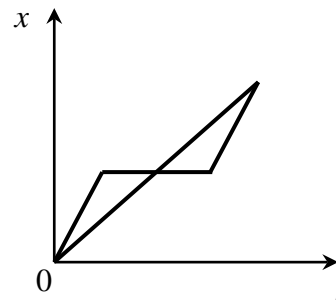
Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 3

Ровно в полдень из пункта A в пункт B выезжают два автомобиля. Первый едет со скоростью 60 км/ч, второй – со скоростью 40 км/ч. На половине пути первый автомобиль сделал остановку на 30 мин. В результате в пункт B они приехали одновременно. Определите, на каком максимальном расстоянии друг от друга находились автомобили во время движения. Какое время показывали часы, когда автомобили прибыли в пункт B ?

Возможное решение

Построим графики зависимостей координат обоих автомобилей от времени t (см. рис.). Из графиков следует, что максимальное расстояние между автомобилями будет в тот момент, когда первый автомобиль останавливается (либо когда он начинает движение после остановки). Значит,



$$S_{\max} = v_2 \cdot \frac{T}{2} = 10 \text{ км},$$

где $v_2 = 40 \text{ км/ч}$, $T = 30 \text{ мин}$.

Время движения до остановки первого автомобиля равно

$$t_1 = \frac{S_{\max}}{v_1 - v_2} = 30 \text{ мин}.$$

где $v_1 = 60 \text{ км/ч}$.

Следовательно, автомобили двигались в течение полутора часов, то есть прибыли в пункт B в 13:30.

Критерии оценивания

Определено, когда расстояние между автомобилями максимально **3 балла**

$S_{\max} = 10 \text{ км}$ **3 балла**

$t_1 = 30 \text{ мин}$ **3 балла**

Найдено время прибытия автомобилей в пункт B **1 балл**

Баллы, полученные за верно выполненные действия, суммируются.

*Максимум за задачу – **10 баллов**.*

Задача 4

Показания весов, на которых стоит стакан, до самого верха заполненный водой, составляют $m_1 = 340 \text{ г}$. Если в этот же стакан вместо воды налить до краёв масло, то весы покажут $m_2 = 320 \text{ г}$. Если в этот же пустой стакан бросить шарик массой $m = 40 \text{ г}$ и объёмом $V = 20 \text{ см}^3$, и затем налить до краёв масло, то шарик окажется лежащим на дне, а весы станут показывать $m_3 = 342 \text{ г}$. Определите массу пустого стакана. Плотность воды равна $\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г/см}^3$.

Возможное решение

Из второго и третьего измерений находим массу масла m_{MV} , занимающего объём V :

$$m_3 - m_2 = m - m_{\text{MV}} \Rightarrow m_{\text{MV}} = m + m_2 - m_3 = 18 \text{ г}.$$

Плотность масла равна

$$\rho_{\text{м}} = \frac{m_{\text{MV}}}{V} = 0,9 \text{ г/см}^3.$$

Так как $m_1 - m_2 = m_{BV'} - m_{MV'}$, где $m_{BV'}$ – масса воды объёмом V' , $m_{MV'}$ – масса масла объёмом V' , а V' – объём воды в изначально заполненном стакане, то

$$\frac{m_1 - m_2}{V'} = \frac{m_{BV'}}{V'} - \frac{m_{MV'}}{V'} \Rightarrow V' = \frac{m_1 - m_2}{\rho_B - \rho_M} = 200 \text{ см}^3.$$

Для массы пустого стакана получаем:

$$M = m_1 - \rho_B V' = 340 - 200 = 140 \text{ г}.$$

Критерии оценивания

$m_3 - m_2 = m - m_{MV}$ **2 балла**

$m_{MV} = 18 \text{ г}$ **1 балл**

$m_1 - m_2 = m_{BV'} - m_{MV'}$ **2 балла**

$V' = 200 \text{ см}^3$ **4 балла**

$M = 140 \text{ г}$ **1 балл**

Баллы, полученные за верно выполненные действия, суммируются.

*Максимум за задачу – **10 баллов**.*

Всего за работу – 40 баллов.
