



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ФИЗИКЕ. 2018–2019 уч. г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС

**Задача 1**

Небольшое тело, начав двигаться из состояния покоя, проходит равноускоренно расстояние  $s = 32$  м. Разделите это расстояние на четыре части  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  и  $h_4$  так, чтобы на прохождение каждой из них телу потребовалось одно и то же время. Найдите значения  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  и  $h_4$ .

**Возможное решение**

Пусть на прохождение расстояния  $h_1$  телу потребовалось время  $\tau$ , и  $h_1 = \frac{a\tau^2}{2}$ .

Тогда расстояние  $s$  пройдено за время  $4\tau$ , и  $s = \frac{a(4\tau)^2}{2}$ . Отсюда  $h_1 = \frac{s}{16} = 2$  м.

На прохождение расстояния  $h_1 + h_2$  затрачено время  $2\tau$ , т.е.  $h_2 = 3h_1 = 6$  м. Рассуждая аналогично, получим  $h_3 = 5h_1 = 10$  м и  $h_4 = 14$  м.

При решении можно воспользоваться соотношением Галилея для перемещений при равноускоренном движении без начальной скорости за последовательные равные промежутки времени. Эти перемещения соотносятся как  $1 : 3 : 5 : 7$ . Тогда за первый временной интервал тело проходит  $1/16$  полного перемещения, или 2 м, за второй 6 м и т.д.

**Критерии оценивания**

1. Записано уравнение для перемещения на первом интервале ..... **2 балла**
2. Записано уравнение для всего перемещения ..... **2 балла**
3. Установлена связь между первым и общим перемещением ..... **2 балла**
4. Получено численное значение для перемещения  
на первом интервале ..... **1 балл**
5. Получены выражения и численные значения  
для других интервалов ..... **3 балла**

**Максимум за задачу 10 баллов.**

## Задача 2

Мальчик, пробежав дистанцию  $s = 60$  м, начал останавливаться в момент пересечения линии финиша и полностью остановился на расстоянии  $l = 5$  м от неё. Определите, за какое время  $t$  мальчик пробежал дистанцию, если его наибольшая скорость во время бега была равна  $V = 23,4$  км/ч и оставалась такой от момента окончания разгона до момента начала торможения. Считайте, что скорость мальчика при разгоне увеличивалась, а при торможении уменьшалась равномерно, и время разгона равно времени торможения.

### Возможное решение

Так как время разгона равно времени торможения и конечная и начальная скорость одинаковы на этих участках, то расстояние, пройденное за время разгона, тоже составляет  $l = 5$  м. Полное расстояние  $s + l = 65$  м, пройденное мальчиком, численно равно площади под графиком зависимости проекции его скорости от времени, которая, в свою очередь, равна площади прямоугольника  $Vt$ . Отсюда  $t = \frac{s+l}{V} = 10$  с.

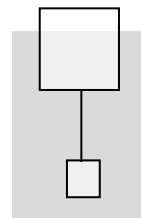
### Критерии оценивания

1. Доказано равенство расстояний, пройденных при разгоне и торможении ..... **2 балла**
2. Установлен факт равенства пройденного пути произведению максимальной скорости на время бега от старта до финиша ..... **4 балла**
3. Выражение для времени бега от старта до финиша ..... **3 балла**
4. Численное значение времени ..... **1 балл**

**Максимум за задачу 10 баллов.**

## Задача 3

Два кубика, связанные нитью, находятся в воде (см. рисунок). Верхний, с ребром  $a = 60$  см, плавает, погрузившись в воду на две трети объёма. Ребро нижнего кубика  $a/2$ , но его плотность в 2 раза больше, чем у верхнего. Определите плотность  $\rho$  материала верхнего кубика и найдите модуль  $T$  силы натяжения нити, связывающей кубики. Плотность воды  $\rho_0 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



### Возможное решение

Пусть объём нижнего кубика  $V$ , тогда объём верхнего  $8V$ , и он погружён на  $\frac{16}{3}V$ .

Условие равновесия всей системы имеет вид:

$$8V\rho_0 g + V \times 2\rho_0 g = \frac{4}{15}V\rho_0 g + \frac{16}{3}V\rho_0 g, \text{ откуда } \rho_0 = \frac{19}{30}\rho_{\text{ж}} \approx 633 \text{ кг/м}^3.$$

Из условия равновесия для нижнего кубика:  $T + V\rho_0 g = V \times 2\rho_0 g$  следует, что

$$T = \frac{4}{15}V\rho_0 g = \frac{4}{15} \frac{a^3}{8} \rho_{\text{ж}} g = 72 \text{ Н.}$$

### Критерии оценивания

1. Условие плавания всей системы (или отдельно верхнего кубика)..... **2 балла**
2. Найдена связь между плотностями тела и воды ..... **2 балла**
3. Численное значение плотности кубика ..... **1 балл**
4. Условие равновесия нижнего кубика ..... **2 балла**
5. Выражение для модуля силы натяжения нити ..... **2 балла**
6. Численное значение модуля силы натяжения нити ..... **1 балл**

**Максимум за задачу 10 баллов.**

### Задача 4

Вася принёс домой с улицы 3 кг мокрого снега. Мокрым называют снег, содержащий воду. Температура снега  $0^\circ\text{C}$ . Для того, чтобы превратить снег в воду, в него пришлось влить 2 л кипятка (воды при  $100^\circ\text{C}$ ). При этом температура общей массы получившейся воды осталась равной  $0^\circ\text{C}$ . Определите процентное содержание по массе влаги (воды), которая была в снеге. Удельная теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда  $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$ . Потерями теплоты пренебречь.

### Возможное решение

Пусть  $x$  – массовая доля воды в мокром снеге, а остальное – лёд. Запишем уравнение теплового баланса:

$$(1 - x)m\lambda = c_{\text{в}}Mt,$$

где  $m$  – масса мокрого снега,  $t = 100^\circ\text{C}$ ,  $M$  – масса кипятка. Отсюда получаем:

$$x = 1 - \frac{c_{\text{в}}Mt}{m\lambda} = 1 - \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 100}{3 \cdot 3,3 \cdot 10^5} \approx 15\%.$$

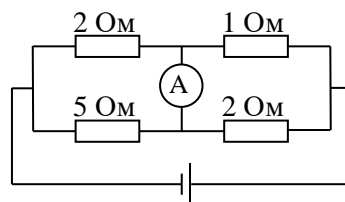
### Критерии оценивания

1. Составлено верное уравнение теплового баланса  
(в любом виде) ..... **5 баллов**
2. Получено выражение для процентного содержания воды ..... **3 балла**
3. Найдено численное значение массового процентного  
содержания воды ..... **2 балла**

**Максимум за задачу 10 баллов.**

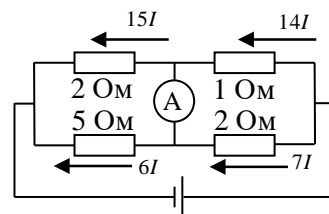
### Задача 5

Найдите показания идеального амперметра в цепи, схема которой показана на рисунке, если напряжение на батарее  $U = 44$  В. Значения сопротивлений резисторов указаны на рисунке.



### Возможное решение

Сопротивление идеального амперметра равно нулю, поэтому можно считать, что резисторы включены попарно параллельно. Это позволяет изобразить токи в схеме, с учётом симметрии и закона Ома, обратно пропорционально сопротивлениям параллельных ветвей. Для удобства (это делать не обязательно) можно подобрать общий ток кратным суммам сопротивлений параллельных резисторов (7 и 3), чтобы коэффициенты при токах получились целочисленными.



С учётом закона сохранения заряда для узлов ток, текущий через амперметр, равен  $I$ . Напряжение на всей схеме  $U = 30IR + 14IR = 44IR$ , где  $R = 1$  Ом.

Тогда  $I = \frac{U}{44R} = 1$  А.

### Критерии оценивания

1. Эквивалентная замена амперметра перемычкой ..... **1 балл**
2. Расчёт общего сопротивления схемы попарно  
параллельных резисторов ..... **2 балла**
3. Нахождение общего тока ..... **1 балл**
4. Нахождение токов через отдельные резисторы ..... **4 балла**
5. Нахождение тока через амперметр ..... **2 балла**

**Максимум за задачу 10 баллов.**

**Всего за работу 50 баллов.**