



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019/20 гг.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП  
ФИЗИКА  
7 КЛАСС

**Задача 1. Эскалатор (10 баллов)**

Эскалатор метрополитена поднимает стоящего на нем человека за 2 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 6 мин. Сколько времени пассажир будет подниматься по движущемуся эскалатору?

**Возможное решение и критерии оценки**

1. Введены обозначения:  $v$  – скорость человека относительно неподвижного эскалатора,  $u$  – скорость эскалатора. Сделан вывод о том, что человек поднимается по эскалатору тремя способами, преодолевая при этом одно и то же расстояние  $s$ . (1 балл)

2. Составлено уравнения для случая, когда эскалатор поднимает стоящего на нем человека

$$s = v_1 t_1, \text{ где } v_1 = u. \quad (1 \text{ балла})$$

3. Составлено уравнения для случая, когда пассажир поднимается по неподвижному эскалатору

$$s = v_2 t_2, \text{ где } v_2 = v. \quad (1 \text{ балла})$$

4. Составлено уравнения для случая, когда пассажир поднимается по движущемуся эскалатору

$$s = v_3 t_3, \text{ где } v_3 = v + u. \quad (2 \text{ балла})$$

5. Из первого и второго уравнений получены выражения для скоростей человека и эскалатора, и подставлены в третье уравнение

$$u = \frac{s}{t_1},$$

$$v = \frac{s}{t_2},$$

$$\frac{s}{t_3} = \frac{s}{t_1} + \frac{s}{t_2}$$

или

$$\frac{1}{t_3} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2}.$$

(3 балла)

6. Правильно получено решение уравнения

$$\frac{1}{t_3} = \frac{t_1 + t_2}{t_1 \cdot t_2},$$

$$t_3 = \frac{t_1 \cdot t_2}{t_1 + t_2} = \frac{2 \cdot 6}{2 + 6} = 1,5 \text{ мин.}$$

(2 балла)



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019/20 гг.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП  
ФИЗИКА  
7 КЛАСС

**Задача 2. катер на реке (10 баллов)**

Одинаковое ли время потребуется для проезда некоторого расстояния на катере туда и обратно по реке (скорость течения  $v_1 = 2$  км/час) и по озеру (в стоячей воде), если скорость катера относительно воды в обоих случаях  $v_2 = 8$  км/час?

**Возможное решение и критерии оценки**

1. Время движения по реке против течения

$$t_1 = \frac{s}{v_2 - v_1} \quad (1 \text{ балла})$$

2. Время движения по течению реки

$$t_2 = \frac{s}{v_2 + v_1} \quad (1 \text{ балла})$$

3. Полное время движения по реке (туда и обратно)

$$t = t_1 + t_2 = \frac{s}{v_2 - v_1} + \frac{s}{v_2 + v_1} = \frac{2sv_2}{v_2^2 - v_1^2} \quad (3 \text{ балла})$$

4. Время движения туда и обратно по озеру

$$t_3 = \frac{2s}{v_2} \quad (1 \text{ балла})$$

5. Получено отношение времен движения

$$\frac{t}{t_3} = \frac{v_2^2}{v_2^2 - v_1^2} = 1,07 \quad (3 \text{ балла})$$

6. Правильно сделан вывод, т.е. для движения по реке потребуется времени в 1,07 раза больше времени, чем по озеру.

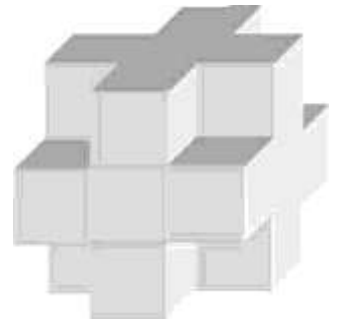
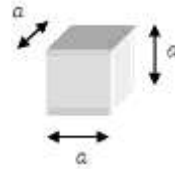
(1 балла)



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019/20 гг.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП  
ФИЗИКА  
7 КЛАСС

**Задача 3. Плотность кубика (10 баллов)**

Симметричное тело, представляет собой куб, из каждого угла которого выпилили маленький кубик со стороной равной одной трети стороны большого куба (см. рис.). Масса всего тела  $m = 33$  кг, сторона маленького кубика  $a = 10$  см. Определите плотность материала, из которого сделано тело и массу маленького выпиленного кубика.



**Возможное решение**

Большой куб состоит из 27 малых кубов.

После того, как выпилили 8 малых кубиков, осталось 19 кубиков.

Значит, масса одного маленького кубика равна  $33\text{кг}/19 = 2$  кг, объём маленького кубика  $V = a^3 = 0,001 \text{ м}^3$

Искомая плотность  $\rho = m / V$ .

$$\rho = 2000 \text{ кг/м}^3 = 2 \text{ г/см}^3$$

**Критерии оценивания**

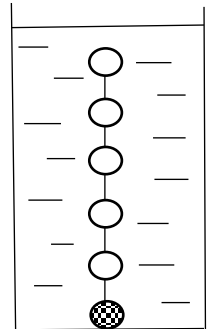
Показано, что тело состоит из 19 малых кубиков	2 балла
Определена масса одного кубика	2 балла
Найден объём тела либо масса одного малого кубика	3 балла
Найдена искомая плотность	3 баллов



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019/20 гг.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП  
ФИЗИКА  
7 КЛАСС

**Задача 4. Гирлянда в воде. (10 баллов)**

Гирлянда состоит из связанных нитями  $N$  шаров одинакового размера. Массы всех шаров, кроме более тяжелого крайнего, одинаковы. Когда гирлянду поместили в сосуд с водой, она приняла вертикальное положение с лежащим на дне тяжелым шаром и полностью погруженными всеми шарами (см. рисунок). Силы, действующие на тяжелый шар со стороны нити и дна, равны. Вода выталкивает каждый шар с силой, вдвое большей веса легкого шара. Найти отношение масс тяжелого и легкого шаров.



**Возможное решение**

Обозначим:  $M$  – масса тяжелого шара,  $m$  – масса легкого шара,  $T$  – сила натяжения нити,  $F$  – сила действия дна на тяжелый шар,  $F_a$  – сила Архимеда, действующая на один шар.

Запишем условия равновесия для тяжелого шара и оставшихся  $(N - 1)$  легких шаров:

$$\begin{cases} Mg = F + T + F_a, \\ (N - 1)mg + T = (N - 1)F_a \end{cases}$$

Учтем равенство  $T$  и  $F$ .

$$\begin{cases} Mg = 2T + F_a, \\ (N - 1)mg + T = (N - 1)F_a \end{cases}$$

Выражая  $T$  из каждого уравнения и учитывая, что  $F_a = 2mg$ , получим

$$Mg - 2mg = 2(N - 1) \cdot (2mg - mg) = 2mg(N - 1),$$

откуда  $\frac{M}{m} = 2N$ .

**Критерии оценивания**

Указаны силы, действующие на тяжелый шар	3 балла
Указаны силы, действующие на $(N - 1)$ легкий шар	3 балла
Записаны условия равновесия	2 балла
Решена система уравнений	2 баллов