

Олимпиада школьников «Курчатов» по физике – 2019  
Заключительный этап. 7 класс.

**Задача 1.** Возвращаясь домой вместе с мамой, мальчик Петя решил подниматься по лестнице пешком, а его мама поехала на лифте. До 2 этажа он добрался на 2 секунды быстрее, но добежав до 6, он устал и дальше поднимался по лестнице с той же скоростью, что и лифт. На каком этаже живут Петя с мамой, если известно, что они добрались одновременно? Чтобы подняться на этаж, нужно преодолеть два пролета лестницы, а на переходы между пролетами мальчик тратил по одной секунде.

**Решение :**

Введем обозначения:

$t_1$  — время подъема мальчика на один этаж до  $k$  этажа, без учета задержки на поворотах.

$t_2$  — время подъема мальчика на один этаж после  $k$  этажа, без учета задержки на поворотах.

$t_3$  — время на один поворот.

$t_4$  — время, нужное лифту для подъема на 1 этаж.

Так как добрались они одновременно, то

$$(k - 1)t_1 + (n - k)t_2 + (2n - 3)t_3 = (n - 1)t_4$$

Известно из условия задачи, что

$k = 6$ ,

$t_2 = t_4 = t$  — после 6 этажа мальчик поднимался с той же скоростью, что и лифт;

$t_3 = 1$  с — тратил на поворот 1 секунду;

$t_1 + t_3 = t_4 - 2$  — добрался до 2 этажа на 2 секунды быстрее, чем лифт.

Решая эту систему, находим  $n=9$ .

**Ответ :** на 9 этаже.

**Критерии :**

Любое верное и обоснованное решение оценивается в 5 баллов (максимальный балл за задачу).

Правильно составлено уравнение для поиска  $n$  - 3 балла.

Ответ без обоснования - 0 баллов.

Арифметическая ошибка - минус 1 балл.

**Задача 2.** Вася нашел дома весы и решил поэкспериментировать. Он выяснил, что один баклажан и один кабачок весят столько же, сколько три картофелины и одна морковь, а два баклажана столько же, сколько четыре морковки и один кабачок. Оказалось также, что пять морковок весят больше чем кабачок и две картофелины, но меньше, чем два кабачка и одна картофелина. Сколько, по меньшей мере, ему надо взять баклажанов, чтобы перевесить картофелину, кабачок и две морковки?

**Решение :**

Составим систему, отвечающую условию задачи, обозначив массы баклажана, кабачка, картофелины и морковки как  $m_1, m_2, m_3, m_4$ .

$$m_1 + m_2 = 3m_3 + m_4$$

$$2m_1 = 4m_4 + m_2$$

$$m_2 + 2m_3 < 5m_4 < 2m_2 + m_3$$

Получаем, что  $\frac{44}{15} < m_1 < \frac{37}{12}$ , приняв массу морковки  $m_4 = 1$ .

Теперь будем проверять сколько баклажанов надо взять, чтобы  $nm_1 > m_2 + m_3 + 2m_4$ .

Если возьмем один, то получим  $m_1 < \frac{11}{6}$  — не подходит.

Если возьмем 2, то получим  $m_1 < \frac{11}{3}$  — подходит.

**Ответ :** 2 баклажана.

**Критерии :**

Любое верное и обоснованное решение оценивается в 5 баллов (максимальный балл за задачу).

Полностью составлена система уравнений и неравенств (+1).

Показано, что одного баклажана не хватит (+1).

Получен верный ответ, но не доказан (1).

**Задача 3.** Мальчик играл в ванной с солдатиками, переправляя их на прямоугольном деревянном плоту с одного берега на другой. Грузоподъемность плота равна массе четырех солдатиков. Скольких еще можно будет взять пассажиров, если приклеить к плоту мыльницу такого же размера? Плотность дерева взять  $560 \text{ кг/м}^3$ .

**Решение :**

Солдат получится переправить, если сила Архимеда, действующая на плот, больше массы плота и пассажиров. Условие, что грузоподъемность плота равна массе 4 солдатиков, можно записать как:  $V\rho_0 = M + n_1m$ , где  $V$  — объем плота,  $\rho_0$  — плотность воды,  $n_1$  — число солдатиков,  $m$  — масса одного солдатика,  $M$  — масса плота. Приклеив мыльницу, мы увеличим объем нашего транспорта в два раза, и лишь незначительно увеличим его массу. Таким образом можно записать:  $2V\rho_0 > M + n_2m$ , где  $n_2$  — число пассажиров во втором случае. Учтем, что  $M = V\rho_1$ , получим  $n_2 = 13$ .

**Ответ :** 9 солдат.

**Критерии :**

Любое верное и обоснованное решение оценивается в 5 баллов (максимальный балл за задачу).

Правильно указаны силы, действующие в системе (+2).

Правильно записаны уравнения (+2).

Дан верный ответ (+1).

**Задача 4.** В цилиндр, заполненный водой, с площадью дна  $80 \text{ см}^2$ , вставили поршень с трубкой и соединили поршень с дном цилиндра пружиной жесткостью  $30 \text{ Н/м}$ . Через трубку в цилиндр долили еще воды, при этом пружина растянулась на  $3 \text{ см}$ . Сколько воды долили в цилиндр? Известно радиус трубки в 4 раза меньше радиуса цилиндра. Ответ укажите в  $\text{см}^3$ .

**Решение :**

Доливая воду в трубку мы увеличиваем давление в цилиндре, что и приводит к растяжению пружины. Обозначим через  $k$  – жесткость пружины,  $S$  – площадь поперечного сечения цилиндра,  $s$  – площадь поперечного сечения трубки,  $h_1, h_2$  – высота столба воды в трубке до и после того как долили воду,  $x_1, x_2$  – деформация пружины до и после того как долили воду.

Приравняем давление, которое оказывает поршень с пружиной на воду к гидростатическому давлению, получим  $mg + kx_{1,2} = (S - s)pg h_{1,2}$ .

Выразим объем воды, добавленной в систему как  $V = (x_2 - x_1)S + (h_2 - h_1)s$ .

Решая систему, находим  $V$ .

**Ответ :**  $246 \text{ см}^3$ .

**Критерии :**

Любое верное и обоснованное решение оценивается в 5 баллов (максимальный балл за задачу).

Правильно отмечены силы, действующие в системе, учтено гидростатическое давление (+2).

Правильно составлена система уравнений (+2).

Посчитан ответ (+1).

Ошибка в вычислении площади поршня (-1).

**Задача 5.** Двое ребят отправились в деревню. У одного из них есть велосипед на котором можно ехать со скоростью 24 км/ч, и на нем нельзя ехать вдвоем. За какое наименьшее время они оба будут в деревне, если скорость одного из них без велосипеда равна 5 км/ч, а второго 6 км/ч. Расстояние до деревни 60 км.

**Решение :**

Поскольку ребята не могут ехать на велосипеде вдвоем, чтобы существенно сократить время движения, им надо ехать на нем по очереди. Пусть один из них проехал первую часть пути длиной  $x$  на велосипеде со скоростью 24 км/ч а оставшуюся часть пути длиной  $60 - x$  прошел со скоростью 6 км/ч тогда второй сначала шел со скоростью 5 км/ч а потом ехал на велосипеде. Чтобы как можно раньше добраться до деревни, надо найти такой  $x$ , при котором они прибыли туда одновременно:

$$\frac{x}{24} + \frac{60 - x}{6} = \frac{x}{5} + \frac{60 - x}{24},$$

откуда получим  $x = 900/34$  км и потом найдем время движения.

**Ответ :**  $t = 6,7$  ч.

**Критерии :**

Любое верное и обоснованное решение оценивается в 5 баллов (максимальный балл за задачу).

Предложен способ значительно сократить время пути для обоих ребят (+3).

Правильно составлены уравнения и получено наименьшее время движения (5).