

9 класс

Задача 1.

Мальчик спустился по идущему вниз эскалатору за 30 с, наступив на 40 ступенек, затем сразу поднялся по нему же за 100 с, наступив на 80 ступенек. Сколько времени понадобится мальчику, чтобы пройти по неподвижному эскалатору, если на нем всего 60 ступеней? Будем считать, что ребенок идет по ступеням с постоянной скоростью. (10 б)

Решение:

Обозначим количество ступеней, пройденное в промежутки времени

t_1, t_2, t_3 соответственно n_1, n_2, n_3

Составим математические выражения, с помощью которых можно определить количество ступеней, пройденные за первый и второй промежутки времени

$$n_1 = t_1 \cdot \left(\frac{n_3}{t_3} + X \right)$$

$$n_2 = t_2 \cdot \left(\frac{n_3}{t_3} - X \right),$$

где через X обозначено число ступеней, на которое сдвигается лестница за 1 секунду.

Используя выражения для нахождения n_1 и n_2 , получаем

$$t_3 = \frac{2t_1 \cdot t_2 \cdot n_3}{n_2 \cdot t_1 + n_1 \cdot t_2}$$

Рассчитаем промежуток времени $t_3 = 56,25$ с.

Ответ: $t_3 = 56,25$ с.

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8	Верное решение. Имеются небольшие недочёты, в целом не влияющие на решение.
5-6	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
0-1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, или отсутствует.

Задача 2.

Тело падает с высоты h . Разделить эту высоту на три отрезка так, чтобы на прохождение каждого требовалось одинаковое время. Найти длины этих отрезков. (10б)

Решение:

h – полная высота, с которой тело падает вниз;

t – время, за которой тело пройдёт полное расстояние h .

$$h = \frac{gt^2}{2}; \quad t = t_1 + t_2 + t_3 = 3t_1 \text{ (т.к. } t_1 = t_2 = t_3)$$

Тогда подставляем t в формулу:

$$h = \frac{9gt_1^2}{2}.$$

h_1 – первый отрезок пути:

$$h_1 = \frac{gt_1^2}{2}.$$

h_2 – второй отрезок пути.

Чтобы найти второй отрезок, складываем h_1 и h_2 и выражаем h_2 . Время по условию одинаковое, поэтому $t_2 = t_1$.

$$h_1 + h_2 = \frac{g(t_1 + t_2)^2}{2} = \frac{4gt_1^2}{2}$$

Выражаем отсюда h_2

$$h_2 = \frac{4gt_1^2}{2} - h_1 = \frac{4gt_1^2}{2} - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{3gt_1^2}{2}.$$

h_3 – третий отрезок пути. Чтобы найти третий отрезок пути, из полного участка h вычитаем сумму первого и второго ($h_1 + h_2$).

$$h_3 = h - (h_1 + h_2) = \frac{g(3t_1)^2}{2} - \frac{4gt_1^2}{2} = \frac{5gt_1^2}{2}.$$

Из $h = \frac{9gt_1^2}{2}$ выражаем $t_1^2 = \frac{2h}{9g}$

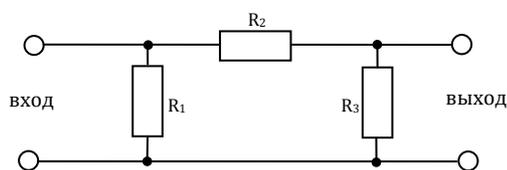
Подставляем t_1 в h_1, h_2, h_3 :

$$h_1 = \frac{g}{2} \cdot \frac{2h}{9g} = \frac{h}{9}; \quad h_2 = \frac{3g}{2} \cdot \frac{2h}{9g} = \frac{h}{3}; \quad h_3 = \frac{5g}{2} \cdot \frac{2h}{9g} = \frac{5h}{9}.$$

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8	Верное решение. Имеются небольшие недочёты, в целом не влияющие на решение (ошибки в расчетах)
7-6	Найдены первый и второй отрезки
4-5	Найден первый отрезок
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений
0	Решение неверное, или отсутствует.

Задача 3.

Если на вход электрической цепи подать напряжение 100 В, то напряжение на выходе оказывается равным 30 В. Амперметр с очень малым внутренним сопротивлением, присоединенным к выходу цепи, показывает силу тока 1 А. Если напряжение 100 В подать на выход цепи, то напряжение на входе будет равно 15 В. Определите сопротивления всех резисторов, входящих в электрическую цепь. (10б)



Решение:

Пусть U_1, U_2, U_3 – напряжения на резисторах R_1, R_2, R_3 соответственно. А U – напряжение на входе. При незамкнутом выходе

$$U = U_2 + U_3 \quad \text{и} \quad \frac{U_2}{U_3} = \frac{R_2}{R_3}.$$

Так как напряжение на выходе равно напряжению на резисторе R_3 , то получим:

$$\frac{R_2 + R_3}{R_3} = \frac{U_2 + U_3}{U_3} = \frac{100}{30}.$$

Аналогично при подаче напряжения 100 В на выход цепи найдем отношение

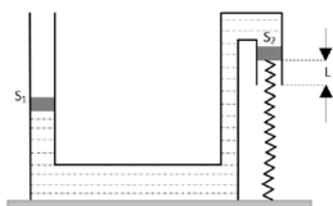
$$\frac{R_2 + R_1}{R_1} = \frac{U_2 + U_1}{U_1} = \frac{100}{15}.$$

Если выход замкнут на идеальный амперметр, то ток через сопротивление R_3 не пойдет. Значит, $R_2 = \frac{U}{I} = 100 \text{ Ом}$. Подставив это значение в выражения (1) и (2), получим $R_1 = 17,6 \text{ Ом}$ и $R_3 = 42,8 \text{ Ом}$.

Ответ: $R_1 = 17,6 \text{ Ом}$; $R_2 = 100 \text{ Ом}$; $R_3 = 42,8 \text{ Ом}$.

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8	Верное решение. Имеются небольшие недочёты, в целом не влияющие на решение.
7-6	Правильно написаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не приведены необходимые преобразования и расчеты. Или в математических преобразованиях и расчетах допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.
5	Найдено решение одного из двух возможных случаев. Окончательного ответа нет.
2-3	Записаны формулы для нахождения силы тока и напряжения. Применены законы постоянного тока для параллельного соединения проводников. Однако окончательного решения нет.
0-1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении), но ответ не получен.

Задача 4.



Два поршня находятся в неподвижной S-образной жесткой трубке, заполненной водой. К одному из поршней прикреплена пружина жесткости $k=1000 \frac{H}{м}$, другой её конец вмонтирован в пол. Система находится в равновесии. Правый поршень (площадью 500 см^2) находится на расстоянии $L=20 \text{ см}$ от конца трубы. На левый поршень (площадью 100 см^2) аккуратно кладут тяжелый груз.

Чему равна максимальная масса груза, при которой вода не выливается из системы?

Решение:

После того, как положили груз, левый поршень сместился вниз на h м вниз. Тогда по золотому правилу механики правый сместится на $h/5$ тоже вниз. Изменение давления, связанного с грузом, равно mg/S_1 . Оно должно быть равно давлению столба воды, равного изменению высоты $h-h/5=4/5h$ и давления, вызванного силой Гука $kh/5S_2$. Получаем: $\frac{mg}{S_1} = 0,8\rho gh + \frac{kh}{5S_2}$. Отсюда находим

$m=12 \text{ кг}$.

Ответ: $m=12 \text{ кг}$.

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8	Верное решение. Имеются небольшие недочёты, в целом не влияющие на решение.
7-6	Правильно написаны необходимые формулы: золотое правило механики или равенство объёмов, обусловленное несжимаемостью жидкости, закон Гука, записан правильный ответ, но не приведены необходимые преобразования и расчеты. Или в математических преобразованиях и расчетах допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.
5	Записаны необходимые для решения задачи формулы, но решение не найдено.
2-3	Записаны некоторые формулы, необходимые для решения задачи, но их не достаточно для получения окончательного ответа.
0-1	Есть некоторые соображения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении), ответ не получен.
0	Решение неверное, или отсутствует.

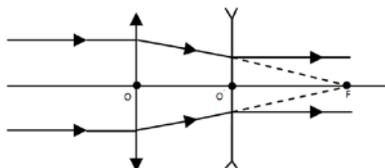
Задача 5.

На каком расстоянии друг от друга нужно расположить две линзы: собирающую с фокусным расстоянием 10 см и рассеивающую с фокусным

расстоянием 6 см, чтобы параллельный пучок световых лучей, пройдя сквозь них, остался параллельным. (8 б)

Решение:

В собирающей линзе лучи, падающие на линзу параллельно главной оптической оси, собираются в точке фокуса. Из собирающей линзы лучи выйдут параллельным главной оптической оси пучком, если падающие лучи (или их продолжение) проходят через фокус. Значит, расположить линзы нужно на расстоянии 4 см друг от друга. OF - фокусное расстояние собирающей линзы, O'F' - фокусное расстояние рассеивающей линзы.



Баллы	Правильность (ошибочность) решения
8	Полностью верное решение.
5-6	Правильно описан ход лучей в собирающей и рассеивающей линзах. Правильно сделан рисунок к задаче. Однако правильный ответ не найден.
4	Нарисован ход лучей в линзах по отдельности. Рисунка, ведущего к решению задачи нет.
2-3	Есть понимание физики явления, однако построен или описан ход лучей только а одной из линз.
0-1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, или отсутствует.