

МОШ, 2021/22, отборочный этап, 9 класс

Условия, ответы и решения

1 Встреча ракет

Специальные пиротехнические ракеты вылетают каждую секунду из одной точки на поверхности земли и далее движутся вдоль вертикальной прямой. В течение секунды после старта ускорение каждой ракеты направлено вверх и равно $2g$, где $g = 10 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения. Через секунду после старта пороховой заряд, обеспечивавший ускорение ракеты сгорает, и она продолжает двигаться, светясь, с ускорением g , направленным вертикально вниз. Через $4,9 \text{ с}$ после начала движения ракета сгорает полностью. Сколько ракет (N) встретит каждая ракета на своём пути, пока не сгорит? Считайте, что в силу незначительных отклонений от вертикали ракеты не сталкиваются друг с другом при встрече. В ответе к задаче укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

№	1	2	3	4	5	6
N	2	3	4	6	7	8

Подсказка

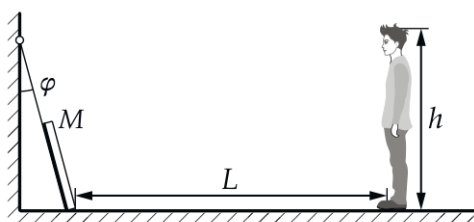
Найдите высоту и скорость ракеты в конце разгона и запишите закон движения $y(t)$ после этого. Какие ракеты находятся на той же высоте в тот же момент?

Ответ

Ответ 4: $N = 6$.

2 Носки должны быть видны!

Для того, чтобы покупателям было удобнее рассматривать обувь во время примерки, зеркало M (см. рис.) в обувном отделе магазина наклоняют так, что его плоскость составляет небольшой угол $\varphi = 15^\circ$ с вертикальной стеной. Чему равно максимальное расстояние по горизонтали L_{max} от нижнего края зеркала до человека ростом $h = 185 \text{ см}$, при котором он ещё видит изображение носков своих ботинок в зеркале? Считайте, что расстояние по вертикали между глазами человека и макушкой равно 12 см , размером подошв можно пренебречь. Ответ дайте в метрах, округлите до целого.



К задаче 2

Подсказка

Постройте изображение носков в плоском зеркале. Предельный случай: луч от изображения к глазу проходит через нижний край зеркала.

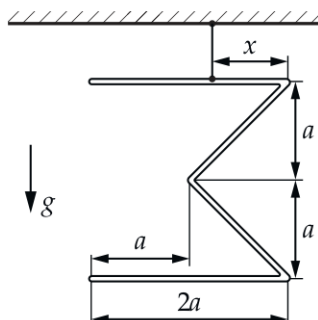
Ответ

$L_{\max} \approx 3 \text{ м.}$

3 Уравновешенная М

Из куска проволоки постоянного сечения сделали плоскую фигуру в виде буквы «М». Соотношения между длинами отдельных участков получившейся ломаной задаются на рисунке ниже при помощи неизвестного параметра a . Определите длину проволоки L , из которой изготовлена фигура, если её можно уравновесить на тонкой нитке, закреплённой на расстоянии $x = 5 \text{ см}$ от края фигуры. В ответе к задаче укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

№	1	2	3	4	5	6
$L, \text{ см}$	24	30	36	43	52	58



Подсказка

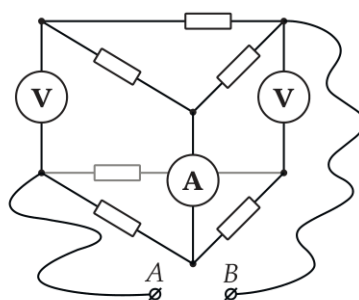
Нить должна проходить через центр масс фигуры. Масса каждого прямого участка пропорциональна его длине; найдите горизонтальную координату центра масс через a .

Ответ

Ответ 4: $L = 43 \text{ см.}$

4 Показания идеальных приборов

Все резисторы в цепи, изображённой на рисунке, одинаковые, а приборы — идеальные. Сопротивление подводящих проводов пренебрежимо мало. Сопротивление любого резистора равно $R = 0,3 \text{ кОм}$. К выводам A и B подключают идеальную батарейку, напряжение между выводами которой равно $U = 4 \text{ В}$.



Задача 4

1. Определите показания амперметра. Ответ дайте в мА, округлите до целых.
2. Какое напряжение показывает правый вольтметр? Ответ дайте в вольтах, округлите до целых.

Подсказка

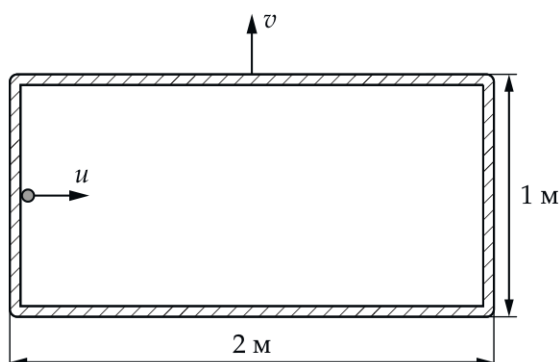
Идеальный амперметр — проводник с нулевым сопротивлением, идеальный вольтметр — разрыв цепи. Отметьте на схеме точки одинакового потенциала и упростите цепь.

Ответ

- 1) 10 мА; 2) 3 В.

5 Упругие столкновения в ящике

Прямоугольный ящик размером $1\text{ м} \times 2\text{ м}$, движется по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью $v = 1\text{ м/с}$, направленной вдоль одной из сторон (на рис. ниже показан вид сверху). Маленькая шайба, движущаяся в начальный момент со скоростью $u = 1\text{ м/с}$ относительно земли, находится в этот момент вблизи середины короткого борта ящика. Скорость шайбы u направлена перпендикулярно борту. Столкновения шайбы с бортами ящика можно считать абсолютно упругими. Трение между шайбой и дном ящика отсутствует. Толщиной бортов ящика можно пренебречь. Ответы на вопросы задачи дайте в метрах, округлите до целого.



1. Найдите абсолютную величину перемещения шайбы относительно ящика за первые 10 секунд после начала движения.
2. Какой путь пройдёт шайба относительно земли за первые 10 секунд после начала движения?

Подсказка

В системе отсчёта ящика шайба движется с постоянной по модулю скоростью, а при упругом ударе о борт меняется знак нормальной к нему составляющей скорости.

Ответ

1) Через 10 с шайба окажется в середине противоположной стороны, $S = 2$ м; 2) $L = 5(1 + \sqrt{5})$ м ≈ 16 м.

6 Электропоезд отправляется

Длина любого вагона специального электропоезда (в том числе первого и последнего) равна 25 м. Электропоезд отходит от платформы, двигаясь с постоянным ускорением, при этом первый вагон проходит мимо края платформы за 5 с, а последний — за время $t_{\text{п}}$, удовлетворяющее неравенству $1,0 \text{ с} < t_{\text{п}} < 1,1 \text{ с}$. До начала движения кабина машиниста находилась у самого края платформы. Расстояние между вагонами пренебрежимо мало по сравнению с длиной вагона.

1. Сколько вагонов (N) входит в состав электропоезда? В ответе укажите номер столбца таблицы, в котором стоит верное, на ваш взгляд, значение.

№	1	2	3	4	5	6
N	5	6	7	8	9	10

2. Найдите среднюю скорость электропоезда в процессе разгона за время с начала движения до момента, когда последний вагон пройдёт мимо края платформы. Ответ дайте в м/с, округлите до целого.

Подсказка

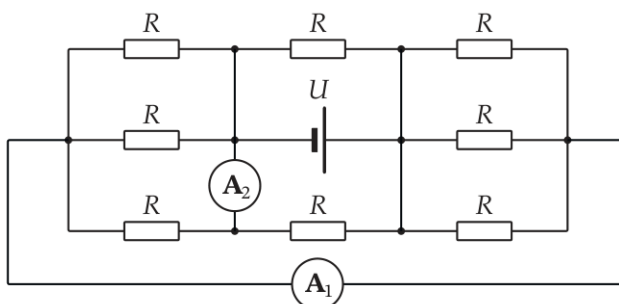
При равноускоренном движении из покоя пути за равные последовательные промежутки относятся как нечётные числа, а время прохождения n -го вагона выражается через t_1 и n .

Ответ

1) №2 ($N = 6$); 2) 12 м/с.

7 Что показывают амперметры?

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, все элементы и приборы — идеальные, значение сопротивления R равно 300 Ом, а напряжение на выводах батарейки $U = 4,8$ В.



1. Определите показания амперметра A_1 .
2. Что показывает амперметр A_2 ?

Ответы выразите в мА, округлите до целых.

Подсказка

Идеальные амперметры — проводники без сопротивления: объедините точки цепи, соединённые ими, и перерисуйте схему.

Ответ

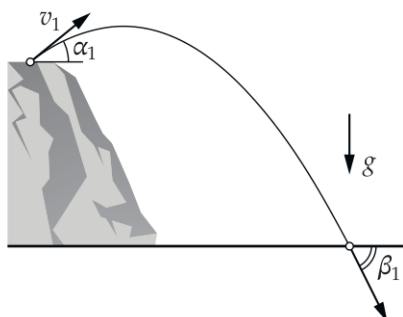
1) 24 мА; 2) 24 мА.

8 Скорости относятся как К

Два камня бросили из одной точки с высокого обрыва в озеро: первый камень под углом $\alpha_1 = 30^\circ$ к горизонту со скоростью v_1 , второй камень горизонтально со скоростью v_2 . Известно, что вектор скорости первого камня при входе в воду составляет с горизонталью угол $\beta_1 = 60^\circ$, а вектор скорости второго — угол $\beta_2 = 45^\circ$. На рисунке показаны углы α_1 и β_1 , траектория и начальная скорость первого камня. Чему равно отношение начальных скоростей камней $K = \frac{v_1}{v_2}$?

Ускорение свободного падения g считайте равным 10 м/с^2 . Сопротивление воздуха при расчёте не учитывайте. В ответе укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

№	1	2	3	4	5	6
K	1,7	1,4	1,0	0,9	0,7	0,5



Подсказка

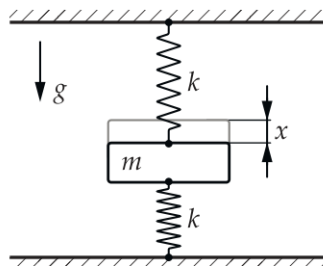
Горизонтальная составляющая скорости сохраняется, а вертикальная при входе в воду выражается через угол β и горизонтальную составляющую. Приравняйте высоты обрыва из двух бросков.

Ответ

Ответ 5 ($K \approx 0,7$).

9 Шайба на пружинках

Хоккейная шайба массой $m = 160$ г находится между двумя вертикально расположенными одинаковыми пружинами. Сначала шайбу удерживают в положении, при котором пружины не деформированы. В некоторый момент её отпускают. Когда колебания прекращаются, шайба располагается на расстоянии $x = 1$ см от исходного положения. Ускорение свободного падения считайте равным $g = 10$ м/с².



1. Найдите силу взаимодействия нижней и верхней половинок шайбы в конечном состоянии. Ответ дайте в Н (Ньютонах), округлите до целого.
2. Чему равен коэффициент упругости пружины k ? Ответ дайте в Н/м, округлите до целого.

Подсказка

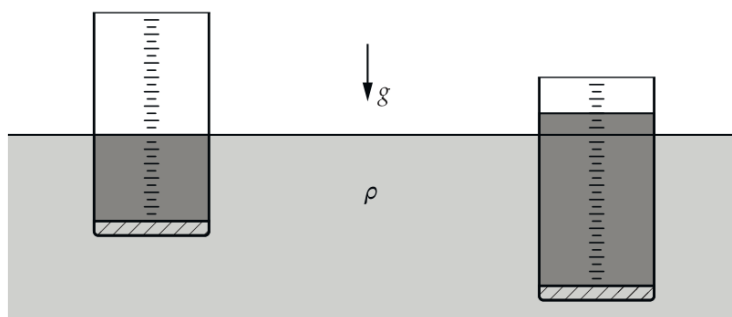
В равновесии верхняя пружина растянута, а нижняя сжата на одну и ту же величину x . Запишите условие равновесия всей шайбы и её нижней половинки.

Ответ

1) 0 Н; 2) 80 Н/м.

10 Плотности мензурки и жидкости

Специальная тонкостенная стеклянная мензурка с толстым массивным дном (объём стенок мензурки пренебрежимо мал по сравнению с объёмом дна) плавает в воде. На боковую поверхность мензурки нанесена мерная шкала, состоящая из делений, расположенных на равном расстоянии друг от друга, подписей к делениям нет. Нулевое деление находится на уровне верхнего края дна мензурки. Толщине дна соответствуют два деления шкалы (определили «на глаз»). Неизвестную жидкость наливают в мензурку до двенадцатого деления по шкале и аккуратно погружают мензурку с жидкостью в воду. Мензурка плавает, при этом уровень неизвестной жидкости оказывается вровень с уровнем воды (на рисунке слева). Если теперь в мензурку долить такой же объём жидкости, что и в первом случае, то мензурка не утонет, а уровень неизвестной жидкости окажется на три деления выше уровня воды (на рисунке справа). Полагая, что плотность воды и ускорение свободного падения равны $\rho = 1,0$ г/см³ и $g = 10$ м/с², определите следующие величины.



1. Плотность неизвестной жидкости.
2. Плотность стекла, из которого изготовлена мензурка.

Ответы выразите в кг/м^3 . Округлите до целых.

Подсказка

Запишите условие плавания в обоих случаях (вес мензурки с жидкостью равен силе Архимеда) и вычтите одно уравнение из другого.

Ответ

- 1) 750 кг/м^3 ; 2) 2500 кг/м^3 .