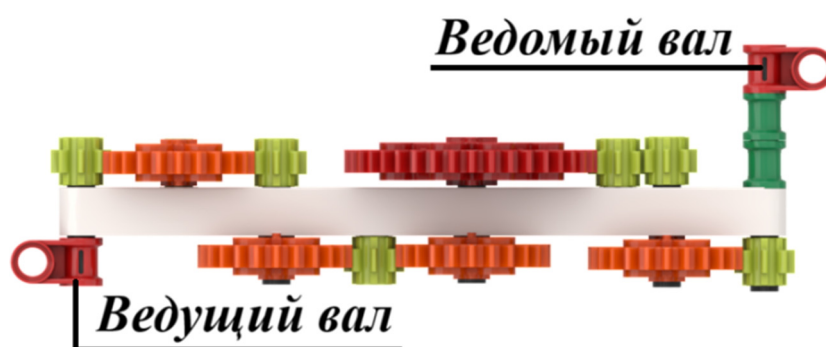


Максимальный балл за работу – 40.

1. Из шестерёнок с 8, с 24 и с 40 зубьями собрали передачу (см. *Передачу № 1*). Ведущий вал совершает 4 оборота за 25 секунд. Определите, сколько оборотов совершает ведомый вал за 6 минут.



Передача № 1

2. Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами одинакового радиуса. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В. Колёса подсоединены к моторам через мультипликатор с передаточным числом 3. Моторы на роботе установлены так, что если обе оси повернутся на 10° , то робот поедет вперёд прямо. На схеме указаны диаметр колеса и ширина колеи в сантиметрах (см. *Схему робота*).

Ось каждого из моторов повернулась на 20π . Определите расстояние, на которое переместился робот. Ответ дайте в сантиметрах, результат округлите до целого. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

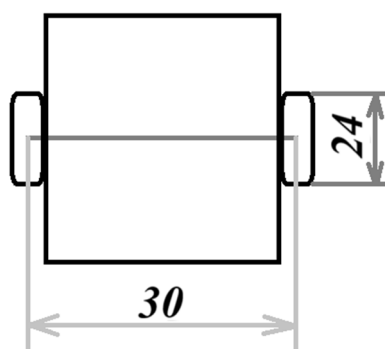


Схема робота

Справка

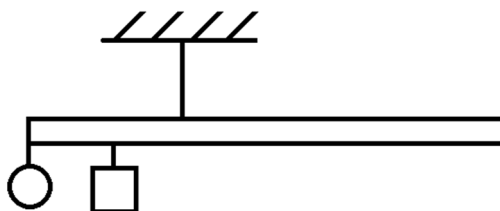
Редуктор — это механическое устройство, которое снижает угловую скорость вращения (и частоту) выходного вала по сравнению с входным, одновременно увеличивая крутящий момент.

Мультипликатор — механическое устройство, которое увеличивает угловую скорость вращения (и частоту) выходного вала по сравнению с входным, одновременно уменьшая крутящий момент. Он выполняет функцию, противоположную редуктору.

Передаточное число — это параметр передачи, показывающий, во сколько раз механизм изменяет скорость вращения и крутящий момент при передаче движения. Передаточное число всегда больше или равно 1.

1 оборот = 2π радиан

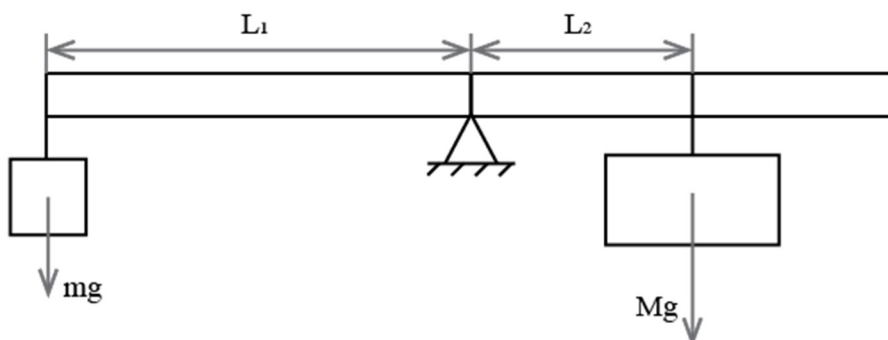
3. Длинную недеформируемую однородную балку подвесили на расстоянии 5 дм от левого края. Длина балки равна 1,6 м. К ней подвесили шар и куб. В результате балка заняла горизонтальное положение (см. *Балку в равновесии*). Шар висит на краю балки. Куб висит посередине между точкой подвеса балки и точкой подвеса шара. Масса шара в 2 раза больше, чем масса куба. Масса балки равна 300 г. Определите массу шара. Ответ дайте в граммах.



Балка в равновесии

Справка

Рычаг находится в равновесии, когда сумма моментов сил, вращающих его в одном направлении, равна сумме моментов сил, вращающих его в другом направлении. Момент силы равен произведению силы на соответствующее ей плечо.



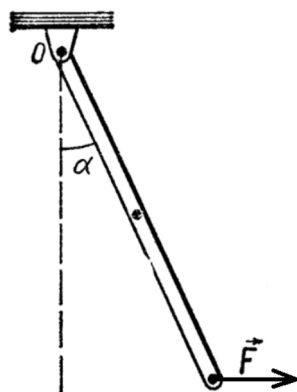
Условие равновесия рычага для двух грузов:

$$L_1 \cdot mg = L_2 \cdot Mg,$$

где L_1 и L_2 – плечи сил, m и M – массы грузов, g – ускорение свободного падения.

4. Коптер стартовал с аэродрома и поднялся на 2000 м вверх, затем пролетел 4 км на восток, а потом ещё 5 км на северо-восток. Определите, на каком расстоянии от точки старта оказался коптер. Ответ дайте в километрах, округлив результат до десятых. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

5. Длинный однородный стержень длиной 80 см закреплён шарнирно в точке О (см. *Отклонённый стержень*). Сила F , действующая горизонтально, вызывает отклонение стержня от вертикального положения на 20° . Масса стержня равна 750 г. Определите модуль силы F в ньютонах, округлив результат до десятых. При расчётах примите $g = 10 \text{ Н/кг}$. Силой трения в точке подвеса стержня пренебрегите. Округление стоит производить только при получении финального ответа.



Отклонённый стержень

Справка

Плечо силы — это длина перпендикуляра, опущенного из точки (оси вращения) на прямую, вдоль которой действует сила. Плечо силы не всегда совпадает с расстоянием от оси вращения до точки приложения силы.

Момент силы — это физическая величина, равная произведению силы на её плечо.

Условия равновесия тела

1. Векторная сумма всех сил, действующих на тело, равна нулю.

2. Алгебраическая сумма моментов всех сил, действующих на тело относительно любой оси, равна нулю.

6. Плоский круглый дорожный знак диаметром 900 мм расположен на расстоянии 1,5 м от камеры. На экране его размер (диаметр) равен 60 пикселям. Определите, какой высоты будет изображение башни, расположенной на расстоянии 20 м от камеры. Ответ дайте в пикселях. Высота башни равна 50 м. Считайте, что изображение башни целиком поместится на матрице.

Справка

Фокальный параметр – это параметр, который выражает фокусное расстояние камеры в пикселях. Он входит в число внутренних параметров камеры.

7. Робот стартовал и начал движение по прямой вдоль оси ОХ. Рассмотрите график зависимости координаты робота от времени (см. *График координаты*). Координата измеряется в дециметрах, время измеряется в секундах.

Отметьте на графике **два** момента времени, когда робот останавливался.

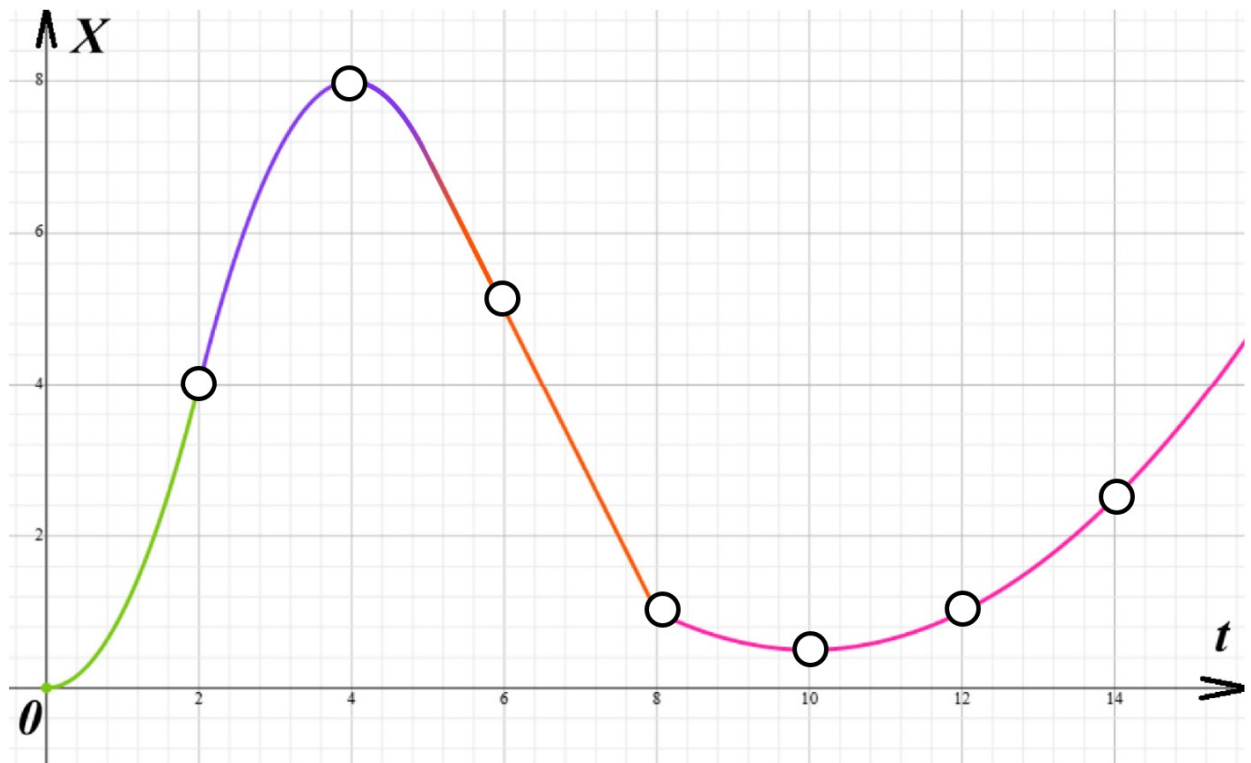


График координаты

8. Робот измерил несколько раз показания датчика освещённости на чёрном и получил следующие данные.

№ измерения	Значение
1	8
2	9
3	9
4	10
5	13
6	13
7	15

Справка

Отклонение — разность между конкретным значением и средним арифметическим выборки.

$$x - \bar{x},$$

где x — это элемент выборки, а $\bar{x}$ — среднее арифметическое выборки.

Дисперсия — среднее арифметическое квадратов отклонений от среднего арифметического значения в выборке.

$$\frac{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}{n}$$

Среднеквадратичное отклонение означает статистическую характеристику распределения случайной величины, показывающую, насколько в среднем отклоняется конкретный вариант признака от их среднего значения. Его можно вычислить, извлекая квадратный корень из дисперсии.

$$\sqrt{\frac{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}{n}}$$

- Определите среднеквадратичное отклонение для всего набора измерений. Ответ округлите до сотых.
- Сравните отклонение каждого из измерений со среднеквадратичным отклонением для всего набора и исключите из набора те измерения, модуль отклонения которых от среднего арифметического от всего набора больше, чем среднеквадратичное отклонение на всём наборе. Укажите в ответе, сколько значений останется в наборе после исключения лишних значений.

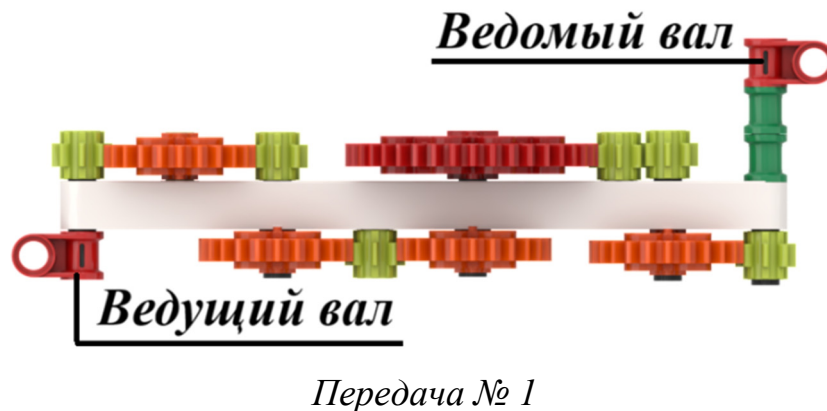
Максимальный балл за работу – 40.

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ИНФОРМАТИКА. ПРОФИЛЬ «РОБОТОТЕХНИКА»
2026–2027 УЧ. Г. ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 10–11 КЛАССЫ

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 40.

1. Из шестерёнок с 8, с 24 и с 40 зубьями собрали передачу (см. *Передачу № 1*). Ведущий вал совершает 4 оборота за 25 секунд. Определите, сколько оборотов совершает ведомый вал за 6 минут.



Ответ: 864.

За верный ответ – 5 баллов.

Решение

6 минут = $6 \cdot 60 = 360$ секунд

Посчитаем передаточное отношение данной передачи.

$$\frac{8}{8} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{8}{40} \cdot \frac{8}{24} = \frac{1}{15}$$

Число оборотов, которые совершает ведомый вал за 6 минут.

$$360 \cdot 4 : 25 : \frac{1}{15} = 864 \text{ об.}$$

2. Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами одинакового радиуса. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В. Колёса подсоединены к моторам через мультипликатор с передаточным числом 3. Моторы на роботе установлены так, что если обе оси повернутся на 10° , то робот поедет вперёд прямо. На схеме указаны диаметр колеса и ширина колеи в сантиметрах (см. *Схему робота*).

Ось каждого из моторов повернулась на 20π . Определите расстояние, на которое переместился робот. Ответ дайте в сантиметрах, результат округлите до целого. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

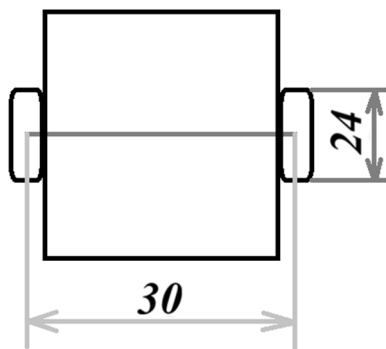


Схема робота

Справка

Редуктор — это механическое устройство, которое снижает угловую скорость вращения (и частоту) выходного вала по сравнению с входным, одновременно увеличивая крутящий момент.

Мультипликатор — механическое устройство, которое увеличивает угловую скорость вращения (и частоту) выходного вала по сравнению с входным, одновременно уменьшая крутящий момент. Он выполняет функцию, противоположную редуктору.

Передаточное число — это параметр передачи, показывающий, во сколько раз механизм изменяет скорость вращения и крутящий момент при передаче движения. Передаточное число всегда больше или равно 1.

1 оборот = 2π радиан

Ответ: 2261.

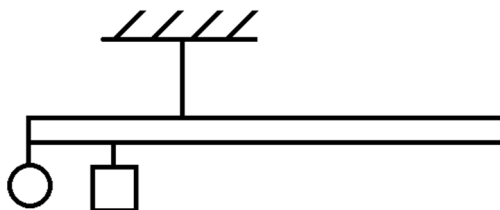
За верный ответ – 5 баллов.

Решение

Так как установлен мультипликатор, то частота вращения ведомого вала больше, чем частота ведущего вала.

$$24 \cdot \pi \cdot 3 \cdot 20\pi : 2\pi = 2260,8 \text{ см} \\ 2260,8 \text{ см} \approx 2261 \text{ см}$$

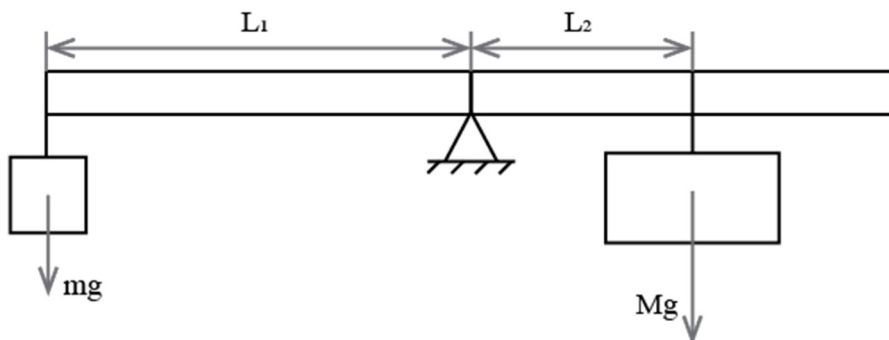
3. Длинную недеформируемую однородную балку подвесили на расстоянии 5 дм от левого края. Длина балки равна 1,6 м. К ней подвесили шар и куб. В результате балка заняла горизонтальное положение (см. *Балку в равновесии*). Шар висит на краю балки. Куб висит посередине между точкой подвеса балки и точкой подвеса шара. Масса шара в 2 раза больше, чем масса куба. Масса балки равна 300 г. Определите массу шара. Ответ дайте в граммах.



Балка в равновесии

Справка

Рычаг находится в равновесии, когда сумма моментов сил, вращающих его в одном направлении, равна сумме моментов сил, вращающих его в другом направлении. Момент силы равен произведению силы на соответствующее ей плечо.



Условие равновесия рычага для двух грузов:

$$L_1 \cdot mg = L_2 \cdot Mg,$$

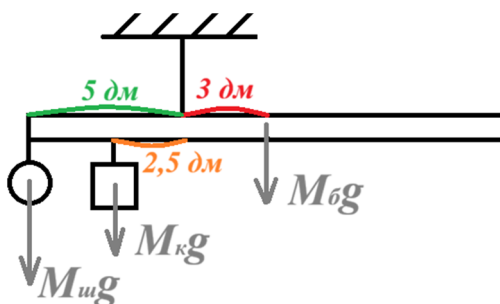
где L_1 и L_2 – плечи сил, m и M – массы грузов, g – ускорение свободного падения.

Ответ: 144.

За верный ответ – 5 баллов.

Решение

Обозначим массу куба за x . Тогда масса шара равна $2x$. Сделаем рисунок.



Запишем условие равновесия балки.

$$2x \cdot g \cdot 5 + x \cdot g \cdot 2,5 = 300 \cdot g \cdot 3$$

$$x = 900 : 12,5$$

$$x = 72$$

Масса шара равна $72 \cdot 2 = 144$ (г)

4. Коптер стартовал с аэродрома и поднялся на 2000 м вверх, затем пролетел 4 км на восток, а потом ещё 5 км на северо-восток. Определите, на каком расстоянии от точки старта оказался коптер. Ответ дайте в километрах, округлив результат до десятых. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

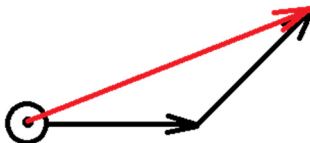
Ответ: 8,6.

За верный ответ – 5 баллов.

Решение

$$2000 \text{ м} = 2 \text{ км}$$

Коптер перемещался по траектории, состоящей из перпендикуляра к плоскости, и двух отрезков, лежащих в плоскости и расположенных под углом 135° .



Посчитаем по теореме косинусов.

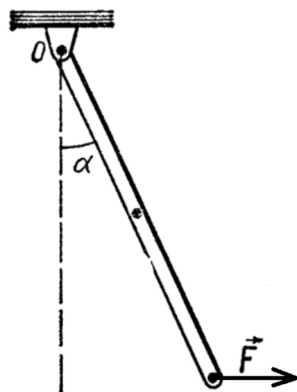
$$\sqrt{4^2 + 5^2 - 2 \cdot 4 \cdot 5 \cdot \cos 135^\circ} = \sqrt{41 + 20\sqrt{2}}$$

Применим теорему Пифагора.

$$\sqrt{(\sqrt{41 + 20\sqrt{2}})^2 + 2^2} = \sqrt{45 + 20\sqrt{2}} = 8,5606232... \text{ км}$$

$$8,56062... \text{ км} \approx 8,6 \text{ км}$$

5. Длинный однородный стержень длиной 80 см закреплён шарнирно в точке О (см. *Отклонённый стержень*). Сила F , действующая горизонтально, вызывает отклонение стержня от вертикального положения на 20° . Масса стержня равна 750 г. Определите модуль силы F в ньютонах, округлив результат до десятых. При расчётах примите $g = 10$ Н/кг. Силой трения в точке подвеса стержня пренебрегите. Округление стоит производить только при получении финального ответа.



Отклонённый стержень

Справка

Плечо силы — это длина перпендикуляра, опущенного из точки (оси вращения) на прямую, вдоль которой действует сила. Плечо силы не всегда совпадает с расстоянием от оси вращения до точки приложения силы.

Момент силы — это физическая величина, равная произведению силы на её плечо.

Условия равновесия тела

- 1. Векторная сумма всех сил, действующих на тело, равна нулю.*
- 2. Алгебраическая сумма моментов всех сил, действующих на тело относительно любой оси, равна нулю.*

Ответ: 1,4.

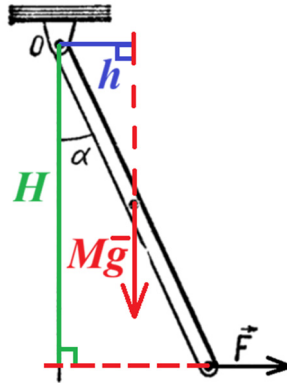
За верный ответ – 5 баллов.

Решение

$$750 \text{ г} = 0,75 \text{ кг}$$

Запишем сумму моментов сил, действующих на стержень, относительно точки О.

Сделаем рисунок. Отметим на нём плечо силы тяжести (h) и плечо силы F (H). Силы, действующие в шарнире, имеют нулевое плечо относительно точки О, потому не будем их изображать.



Плечо силы тяжести равно:

$$h = \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha$$

Плечо силы F равно:

$$H = l \cdot \cos \alpha$$

Запишем условие равновесия стержня.

$$Mg \cdot \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha = F \cdot l \cdot \cos \alpha$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot M \cdot g \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 10 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 1,3648 \dots \approx 1,4 \text{ Н}$$

6. Плоский круглый дорожный знак диаметром 900 мм расположен на расстоянии 1,5 м от камеры. На экране его размер (диаметр) равен 60 пикселям. Определите, какой высоты будет изображение башни, расположенной на расстоянии 20 м от камеры. Ответ дайте в пикселях. Высота башни равна 50 м. Считайте, что изображение башни целиком поместится на матрице.

Справка

Фокальный параметр – это параметр, который выражает фокусное расстояние камеры в пикселях. Он входит в число внутренних параметров камеры.

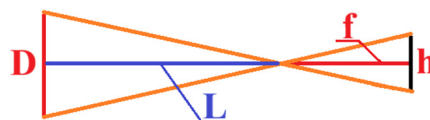
Ответ: 250.

За верный ответ – 5 баллов.

Решение

$$900 \text{ мм} = 0,9 \text{ м}$$

Сделаем рисунок:



На рисунке D – это диаметр знака, L – расстояние до камеры, f – фокальный параметр в пикселях, h – размер изображения в пикселях.

Воспользуемся подобием треугольников, чтобы определить величину параметра f .

$$f = \frac{h \cdot L}{D} = \frac{60 \cdot 1,5}{0,9} = 100 \text{ пикселей}$$

Высота изображения башни равна:

$$h_1 = \frac{f}{L_1} \cdot H = \frac{100}{20} \cdot 50 = 250 \text{ пикселей}$$

7. Робот стартовал и начал движение по прямой вдоль оси OX . Рассмотрите график зависимости координаты робота от времени (см. *График координаты*). Координата измеряется в дециметрах, время измеряется в секундах.

Отметьте на графике **два** момента времени, когда робот останавливался.



График координаты

За каждый верный ответ начисляется 2 балла. Если выбрано более двух ответов в том числе и правильные, начисляется 0 баллов.

Максимум за задание – 4 балла.

Решение

Когда робот останавливается, то его скорость равна нулю. По графику видно, что робот 2 раза менял направление движения. Чтобы изменить направление

движения, робот должен остановиться. Соответственно, остановки происходили на 4 и на 10 секундах.

8. Робот измерил несколько раз показания датчика освещённости на чёрном и получил следующие данные.

№ измерения	Значение
1	8
2	9
3	9
4	10
5	13
6	13
7	15

Справка

Отклонение — разность между конкретным значением и средним арифметическим выборки.

$$x - \bar{x},$$

где x — это элемент выборки, а $\bar{x}$ — среднее арифметическое выборки.

Дисперсия — среднее арифметическое квадратов отклонений от среднего арифметического значения в выборке.

$$\frac{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}{n}$$

Среднеквадратичное отклонение означает статистическую характеристику распределения случайной величины, показывающую, насколько в среднем отклоняется конкретный вариант признака от их среднего значения. Его можно вычислить, извлекая квадратный корень из дисперсии.

$$\sqrt{\frac{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}{n}}$$

- Определите среднеквадратичное отклонение для всего набора измерений. Ответ округлите до сотых.

Ответ: 2,45.

За верный ответ – 3 балла.

- Сравните отклонение каждого из измерений со среднеквадратичным отклонением для всего набора и исключите из набора те измерения, модуль отклонения которых от среднего арифметического от всего набора больше, чем среднеквадратичное отклонение на всём наборе. Укажите в ответе, сколько значений останется в наборе после исключения лишних значений.

Ответ: 5.

За верный ответ – 3 балла.

Максимум за задание 6 баллов.

Решение

Среднее арифметическое равно:

$$(8 + 9 + 9 + 10 + 13 + 13 + 15) : 7 = 11$$

Тогда параметры набора равны:

№ измерения	Значение	Отклонение	Квадрат отклонения
1	8	–3	9
2	9	–2	4
3	9	–2	4
4	10	1	1
5	13	2	4
6	13	2	4
7	15	4	16

Дисперсия равна:

$$(9 + 4 + 4 + 1 + 4 + 4 + 16) : 7 = 6$$

Среднеквадратичное отклонение равно:

$$\sqrt{6} = 2,44948... \approx 2,45$$

Исключить нужно первое и последнее измерения.

Новый набор выглядит так:

№ измерения	Значение
1	9
2	9
3	10
4	13
5	13

Осталось всего 5 значений.

Максимальный балл за работу – 40.