

**МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2020-2021 УЧ. Г.
ЗАОЧНЫЙ ЭТАП. РОБОТОТЕХНИКА
5–6 КЛАССЫ**

Разбор заданий

Задача № 1 (10 баллов)

При решении задачи робот должен перемещать по полигону объекты – прямоугольные параллелепипеды двух типов – высотой 7 см и 15 см. В комплект для полигона входят 7 низких объектов и 4 высоких. Всего есть 10 позиций, на которых по итогам жеребьёвки может быть установлен либо один из объектов, либо данная позиция может быть оставлена пустой. Объекты установлены на поле вдоль одной линии, при этом расстояния между двумя соседними позициями объектов одинаковые.

Для определения высоты объектов Саша решил использовать два датчика расстояния, расположив их на высоте 5 см и 10 см от поверхности полигона. Датчики расположены горизонтально и направлены в одну сторону. Саша так подобрал скорость робота, чтобы тот за 2 с перемещался от одного объекта до другого. Робот стартует, находясь напротив первой позиции.

Во время пробной попытки робот получил следующие данные с датчиков:

Время (с)	1	2	3	4	5	6	7
Показания нижнего датчика (мм)	30	1683	35	1683	40	1682	34
Показания верхнего датчика (мм)	1678	1675	32	1674	34	1673	1640

Время (с)	8	9	10	11	12	13	14
Показания нижнего датчика (мм)	1679	41	1675	1670	1664	43	1662
Показания верхнего датчика (мм)	1671	1668	1665	1661	1658	36	1653

Время (с)	15	16	17	18	19	20	21
Показания нижнего датчика (мм)	41	1651	44	1658	47	1654	1647
Показания верхнего датчика (мм)	1664	1648	37	1645	1658	1643	1639

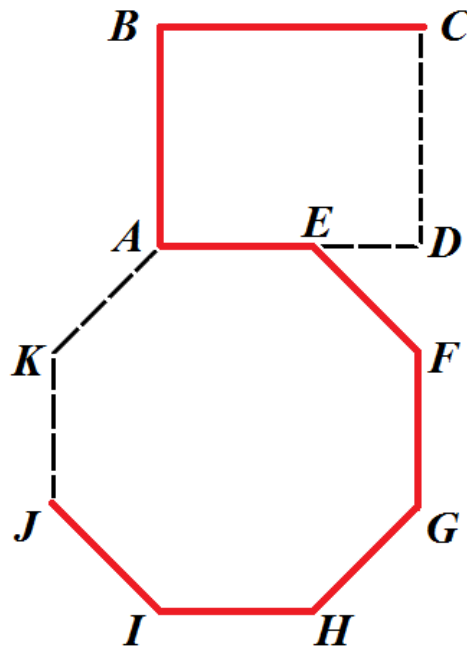
Определите, в каком порядке стояли объекты на поле, если робот во время попытки ехал слева направо. В ответе укажите последовательность *из десяти* цифр без пробелов и разделителей, закодировав объекты следующим образом:

Объект	Обозначающая объект цифра
Маленький объект	1
Большой объект	2
Объект отсутствует	0

Например, 1200000021.

Задача № 2 (15 баллов)

Робот-чертёжник движется по ровной горизонтальной поверхности и наносит на неё изображение (см. *траекторию*) при помощи кисти, закреплённой посередине между колёс.



Траектория

Траектория представляет собой ломаную линию $SBAEFGHIJ$, составленную из отрезков правильного восьмиугольника $AEFGHIJK$ и прямоугольника $ABCD$. Точка E лежит на отрезке AD .

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, расстояние между центрами колёс составляет 24 см, радиус колеса робота 8 см.

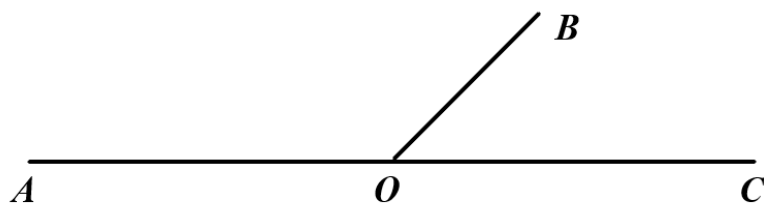
Все повороты робот должен совершать на месте, вращая колёса с одинаковой скоростью в противоположных направлениях. Из-за крепления кисти робот не может ехать назад.

Определите, на какой минимальный суммарный угол должен повернуться робот, чтобы начертить данную фигуру.

Ответ дайте в градусах, при необходимости округлив полученный результат до целых. В ответ запишите только число.

Справочная информация

Два угла, у которых одна сторона общая, а две другие являются продолжениями друг друга, называются смежными (см. чертёж). Сумма смежных углов равна 180° .



На данном чертеже изображены смежные углы $\angle AOB$ и $\angle BOC$.

$$\angle AOB + \angle BOC = 180^\circ$$

Выпуклый многоугольник называется правильным, если у него все стороны и все углы равны. Вычислить сумму углов выпуклого многоугольника можно по формуле:

$$\Sigma = (n - 2) \times 180^\circ.$$

В этой формуле n – число углов многоугольника.

Задача № 3 (10 баллов)

Робот-чертёжник движется по ровной горизонтальной поверхности и наносит на неё изображение (см. *схему поля*) при помощи кисти, закреплённой в центре колёсной базы.

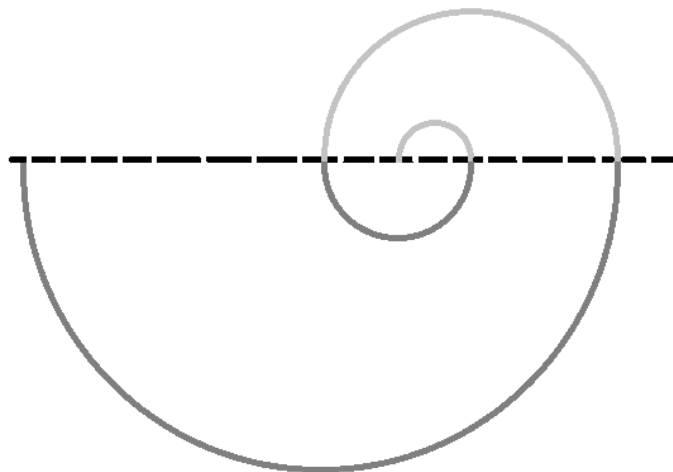


Схема поля

Данное изображение (траектория) составлено из полуокружностей, радиус каждой из которых больше в 2 раза по сравнению с предыдущей. Диаметр самой маленькой из полуокружностей равен 1 м.

Определите, чему равна длина траектории. При расчётах примите $\pi \approx 3$. Ответ дайте в сантиметрах, при необходимости округлив результат до целых. В ответ запишите только число.

Задача № 4 (10 баллов)

На одном из этапов трассы робот должен проехать по транспортёрной ленте до кольца в конце конвейера, захватить кольцо, развернуться и вернуться в начало этапа по той же транспортёрной ленте. Скорость транспортёрной ленты равна 5 см/с, относительно ленты робот движется со скоростью 120 дм/мин. Длина конвейера равна 6 м. Сколько времени в секундах потратит робот на проезд по транспортёрной ленте туда и обратно? Временем на разворот и захват кольца можно пренебречь. В ответ запишите только число.

Задача № 5 (15 баллов)

Роботы Альфа, Бета, Гамма и Дельта преодолевают одну и ту же трассу на скорость. На каждом из роботов установлен разный набор датчиков и разное количество колёс. У одного робота 2 колеса, у другого – 3 колеса, у следующего – 4 колеса и у ещё одного – 6 колёс. На одном роботе 1 датчик линии, на другом – 2 датчика линии, на следующем – 1 ультразвуковой датчик и на ещё одном – 2 ультразвуковых датчика.

Известно следующее:

- На роботах Альфа и Бета нет ультразвуковых датчиков.
- У робота Гамма больше четырёх колёс.
- На роботе Гамма больше датчиков, чем на роботе Дельта.
- Робот с четырьмя колёсами занял второе место.
- Робот с одним ультразвуковым датчиком занял первое место.
- На роботе с тремя колёсами установлен только один датчик линии.
- У робота Альфа больше датчиков, чем у робота Бета.
- Робот с одним датчиком линии занял место выше четвёртого.

Основываясь на приведённых выше данных, определите, в каком порядке финишировали роботы.

В ответе запишите последовательность первых букв названий роботов без разделителей, например АБГД.

Задача № 6 (10 баллов)

У Кати есть шестерёнки трёх типов (см. таблицу шестерёнок).

№ п/п	Внешний вид	Количество зубьев
-------	-------------	-------------------

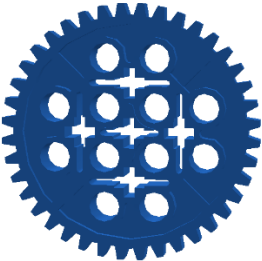


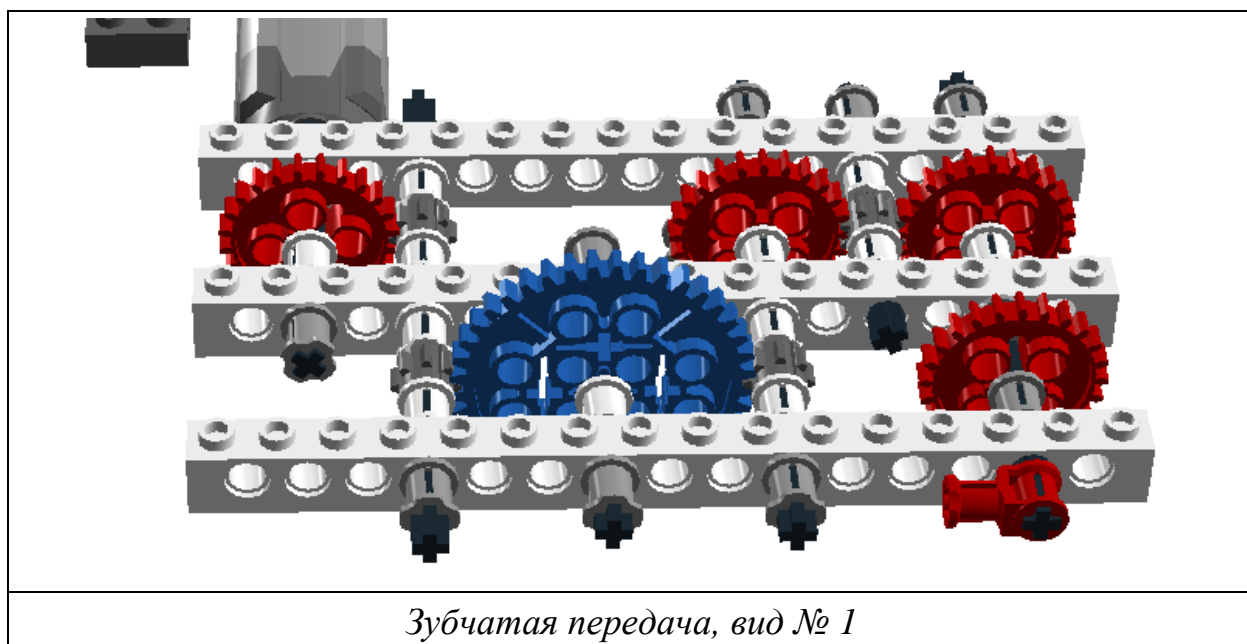
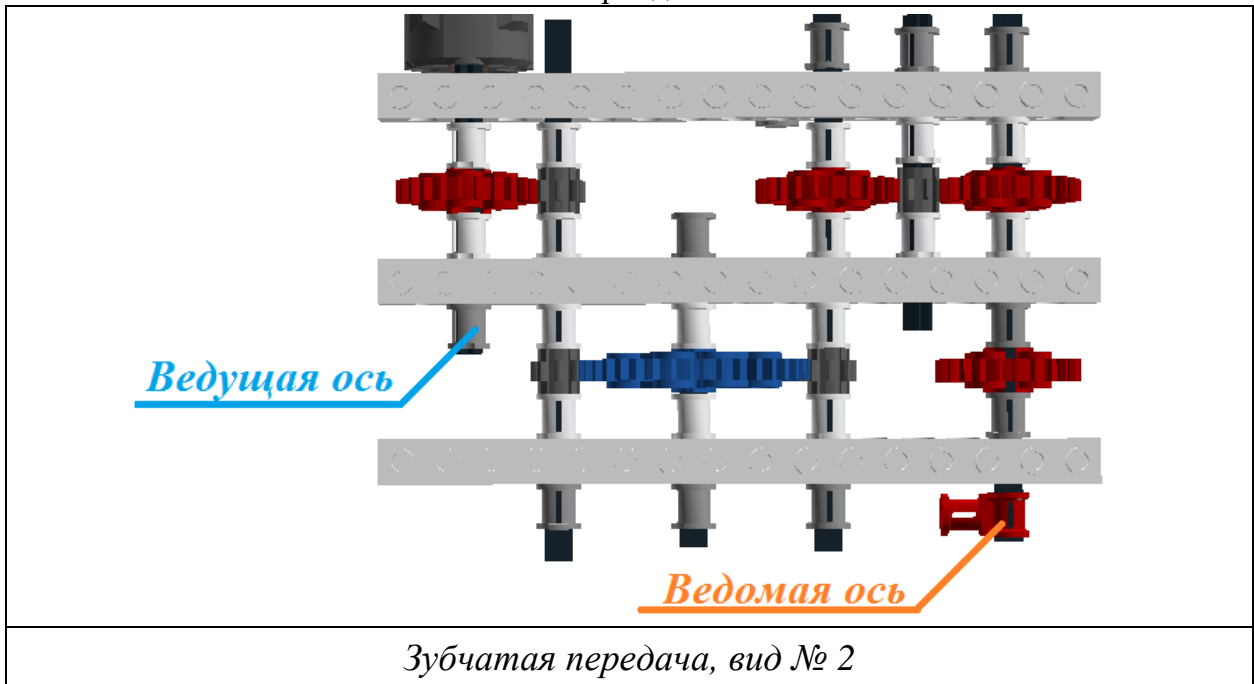
1		40
2		24
3		8

Таблица шестерёнок

Она собрала из них зубчатую передачу (см. зубчатую передачу, вид № 1 и зубчатую передачу, вид № 2).





Катя написала программу, при выполнении которой ведомая ось совершает 1 оборот в секунду.

Сколько оборотов в минуту делает ведущая ось? В ответ запишите только число.

Задача № 7 (15 баллов)

Оля взяла двухметровую балку и нанесла на неё разметку, тем самым разделив её на восемь равных частей. К балке она прикрепила шарики (см. *схему украшения*) и повесила получившийся объект на прочной струне к потолку. Через некоторое время балка заняла горизонтальное положение.

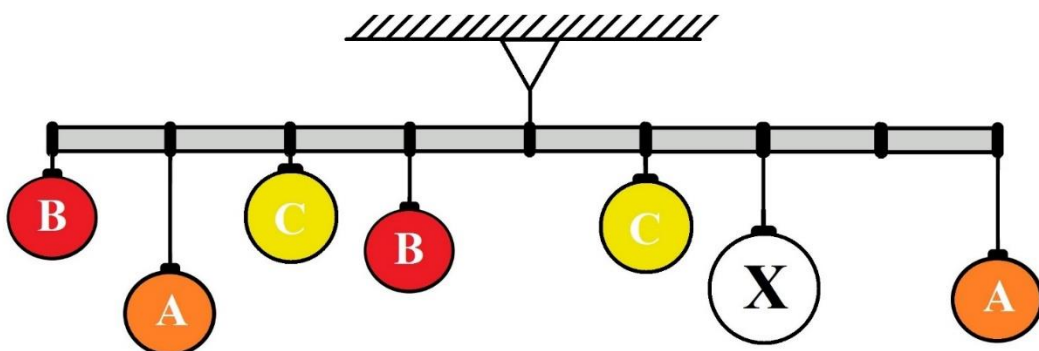


Схема украшения

Для создания украшения Оля использовала следующие шарики (см. *типы шариков*).

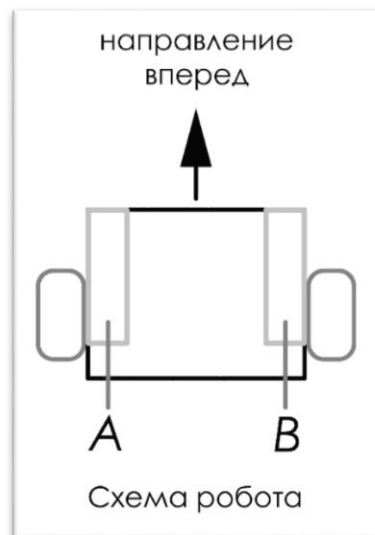
<i>Типы шариков</i>		
№ п/п	Буквенное обозначение шарика на схеме	Масса шарика (г)
1	А	300

2	В	200
3	С	400
4	Х	?

При решении считайте, что балка невесомая и нерастяжимая. Определите, чему равна суммарная масса всех шариков, подвешенных к балке. Ответ дайте в граммах. В ответ запишите только число.

Задача № 8 (15 баллов)

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, радиус каждого из колёс робота равен 5 см. Левым колесом управляет мотор *A*, правым колесом управляет мотор *B*. Колёса напрямую подсоединены к моторам (см. *схему робота*).



Робот проехал участок прямолинейной трассы. При этом оси моторов робота повернулись на 2880° .

Расстояние между центрами колёс робота равно 20 см. Масса робота равна 2 кг. При расчётах примите $\pi \approx 3$.

Определите, какой длины был прямолинейный участок трассы. Ответ дайте в сантиметрах. В ответ запишите только число.

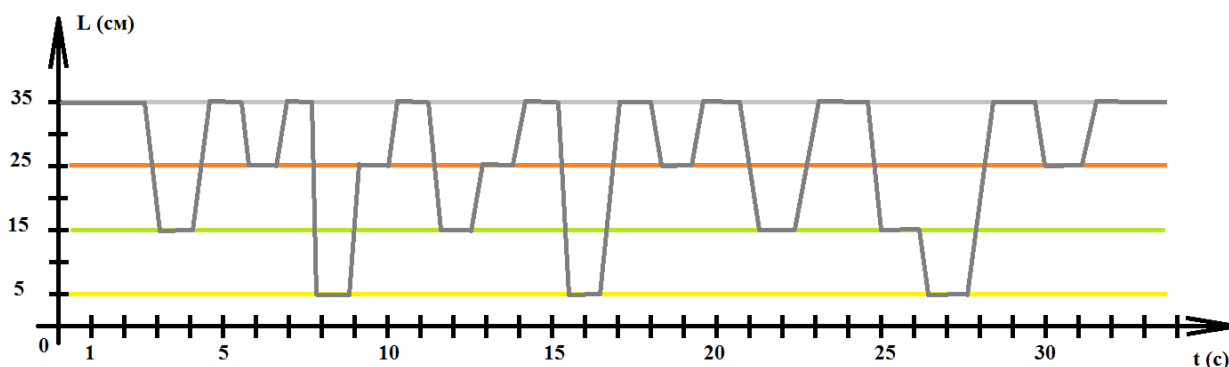
МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2020-2021 УЧ. Г.
ЗАОЧНЫЙ ЭТАП. РОБОТОТЕХНИКА
7–8 КЛАССЫ
Разбор заданий

Задача № 1 (10 баллов)

При решении задачи робот должен перемещать по полигону объекты – прямоугольные параллелепипеды трёх типов. Объекты отличаются только высотой. На поле установили вдоль одной линии 12 объектов.

Для определения высоты объектов Саша решил использовать ультразвуковой датчик, расположив его так, чтобы он был направлен перпендикулярно поверхности полигона на высоте 350 мм над поверхностью полигона.

Во время пробной попытки робот получил следующие данные с датчика:



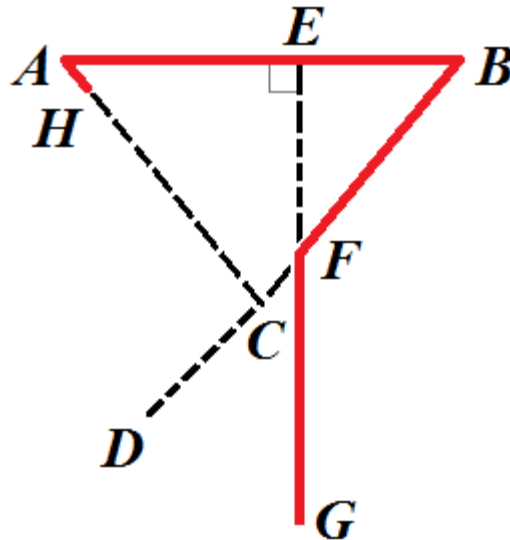
Определите, в каком порядке стояли объекты на поле, если робот во время попытки ехал слева направо, от первого объекта к последнему. В ответе укажите последовательность *из двенадцати* цифр без пробелов и разделителей, закодировав объекты следующим образом:

Объект	Обозначающая объект цифра
Маленький объект	1
Средний объект	2
Большой объект	3

Например, 123321123321.

Задача № 2 (15 баллов)

Робот-чертёжник движется по ровной горизонтальной поверхности и наносит на неё изображение (см. *траекторию*) при помощи кисти, закреплённой посередине между колёс.



Траектория

Траектория представляет собой ломаную линию $HABFG$. Точка H лежит на отрезке AC , $AC = 9 AH$, точки D, C, F, B лежат на одной прямой, $GE \perp AB$, $FB = 4 CF$, $AC = CB = 2$ м, $\angle DCA = 100^\circ$.

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, расстояние между центрами колёс составляет 20 см, радиус колеса робота 5 см.

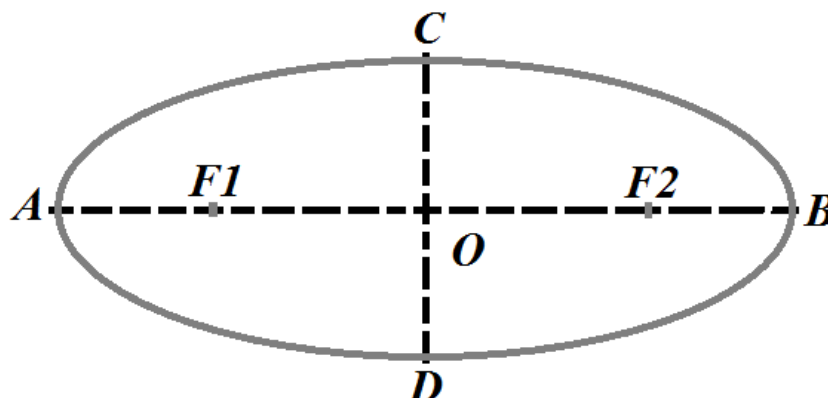
Все повороты робот должен совершать на месте, вращая колёса с одинаковой скоростью в противоположных направлениях. Из-за крепления кисти робот не может ехать назад.

Определите, на какой минимальный суммарный угол должен повернуться робот, чтобы начертить данную фигуру. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$.

Ответ дайте в градусах, при необходимости округлив результат до целых. В ответ запишите только число.

Задача № 3 (10 баллов)

Роботы соревнуются в гонках по линии. Трасса имеет вид эллипса (см. схему трассы).



По регламенту работы должны стартовать в точке A , проехать всю трассу 5 раз, после чего доехать до точки B и финишировать в ней.

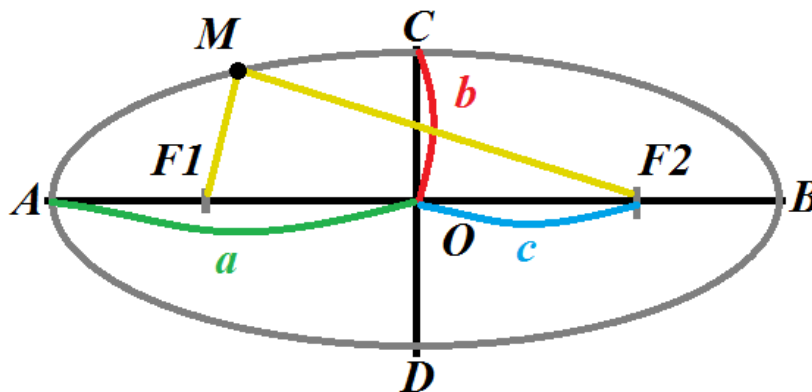
Известно, что $CD = 2$ м, коэффициент сжатия эллипса равен $\frac{1}{3}$.

Определите длину пути, который должен преодолеть робот по трассе. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Ответ дайте в сантиметрах, округлив результат до целых. В ответ запишите только число.

Справочная информация

Эллипс – это геометрическое место точек плоскости, для которых сумма расстояний до двух данных точек F_1 и F_2 (называемых фокусами) постоянна и больше расстояния между фокусами, т. е.

$$|MF_1| + |MF_2| = 2a, \text{ причём } |F_1F_2| < 2a.$$



Проходящий через фокусы эллипса отрезок AB , концы которого лежат на эллипсе, называется большой осью эллипса.

Отрезок CD , перпендикулярный большой оси эллипса, проходящий через центральную точку большой оси, концы которого лежат на эллипсе, называется малой осью эллипса.

Точка пересечения большой и малой осей эллипса называется его центром.

Отрезки, проведённые из центра эллипса к вершинам на большой и малой осях, называются, соответственно, большой полуосью и малой полуосью эллипса и обозначаются a и b .

Расстояние $c = \frac{|F_1F_2|}{2}$ называется фокальным расстоянием.

Величина $e = \frac{c}{a} = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$ называется эксцентриситетом.

Отношение длин малой и большой полуосей называется коэффициентом сжатия эллипса, или эллиптичностью, $k = \frac{b}{a}$.

Периметр эллипса можно приближённо вычислить по следующей формуле:

$$L \approx 4 \times \frac{\pi ab + (a - b)^2}{a + b}$$

Задача № 4 (10 баллов)

Колонна, состоящая из тринадцати роботов, движется со скоростью 4 см/с. Когда первый робот колонны поравнялся с роботом-инспектором, то робот – инспектор поехал вдоль колонны со скоростью 60 дм/мин, а достигнув её конца, развернулся и вернулся к первому роботу в колонне. Скорость колонны и робота-инспектора постоянны. Длина колонны роботов равна 2 м 10 см. Определите, какой путь проедет робот-инспектор, пока он снова нагонит первого робота в колонне. Временем на разворот можно пренебречь. Ответ дайте в дециметрах. В ответ запишите только число.

Задача № 5 (15 баллов)

Роботы Альфа, Бета, Кси, Гамма и Дельта преодолевают одну и ту же трассу на скорость. Два из них имеют по два колеса, два из них имеют по три колеса и у одного – четыре колеса. Есть пять различных комплектов датчиков. Один из комплектов содержит 1 датчик линии, другой – 2 датчика линии, третий – 3 датчика линии, четвёртый – 1 ультразвуковой датчик и пятый – 2 ультразвуковых датчика. На каждом из роботов установлен один из комплектов, причём комплекты у всех роботов не совпадают.

Известно следующее:

- На роботах Кси и Гамма стоят ультразвуковые датчики.
- У робота Кси больше всего колёс.
- У роботов Альфа и Гамма одинаковое число колёс.
- Больше всего датчиков у робота Альфа.
- Роботы Кси, Гамма и Дельта показали в заезде не лучший результат, роботы Альфа и Бета – не худший.
- У роботов на втором и третьем местах по два колеса.
- Робот Дельта занял четвёртое место.
- У роботов Бета и Гамма одинаковое количество датчиков.
- У робота Дельта один датчик.
- Роботы с двумя датчиками заняли соседние места в итоговом рейтинге.
- У робота с двумя ультразвуковыми датчиками всего два колеса.

Основываясь на приведённых выше данных, определите, в каком порядке финишировали роботы.

В ответе запишите последовательность первых букв названий роботов без разделителей, например АБКГД.

Задача № 6 (15 баллов)

Оля взяла три балки и нанесла на них разметку, разделив их на равные части. Балки она скрепила нерастяжимой струной. К балкам она прикрепила шарики (см. схему украшения) и повесила получившийся объект на прочной струне к потолку. Через некоторое время балки заняли горизонтальное положение.

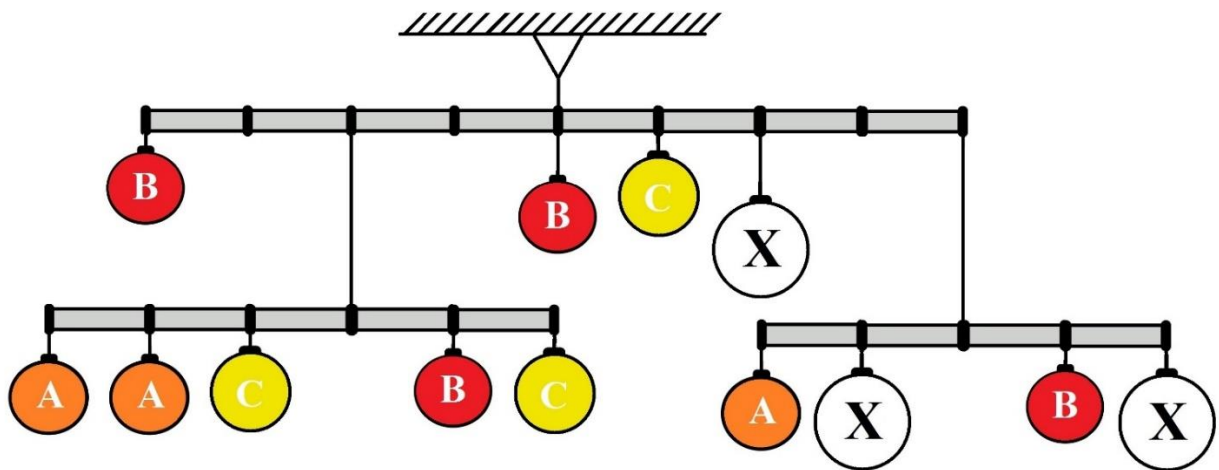


Схема украшения

Для создания украшения Оля использовала несколько видов шариков. Шарики, обозначенные на схеме одинаковыми буквами, имеют равные массы. Масса шарика А равна 90 г.

При решении считайте, что балки невесомые и нерастяжимые. Определите, чему равна суммарная масса всех шариков, использованных для создания украшения. Ответ дайте в граммах. В ответ запишите только число.

Задача № 7 (10 баллов)

Миша собрал из одинаковых резисторов номиналом 5 Ом следующую схему (см. схему участка цепи АВ).

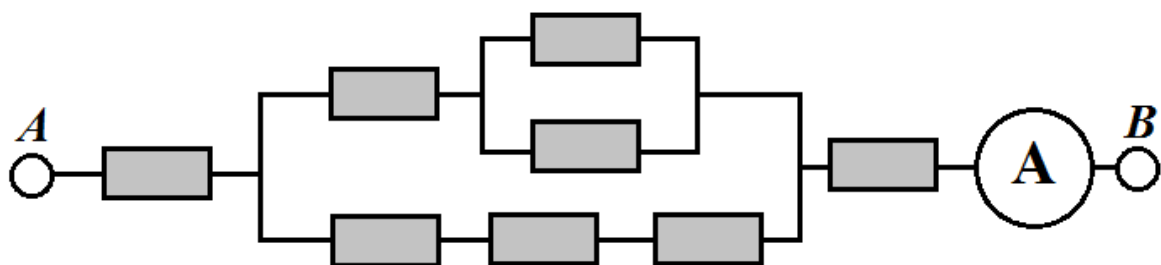
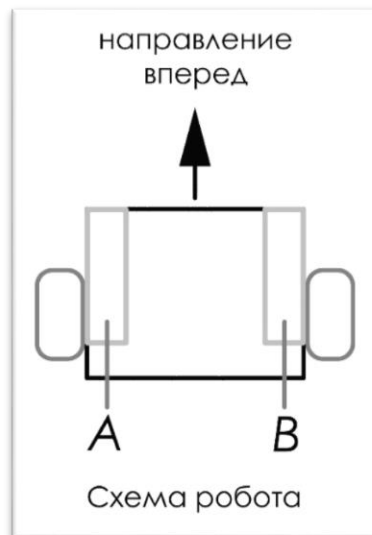


Схема участка цепи АВ

Определите, какой ток зафиксирует амперметр, если на участок цепи АВ подать напряжение 120 В. Ответ дайте в амперах, округлив результат при необходимости до целых. В ответ запишите только число.

Задача № 8 (15 баллов)

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, диаметр каждого из колёс робота равен 9 см. Левым колесом управляет мотор *A*, правым колесом управляет мотор *B*. Колёса напрямую подсоединены к моторам (см. *схему робота*).



Робот проехал участок прямолинейной трассы. При этом оси моторов робота повернулись на 2400° .

Расстояние между центрами колёс робота равно 15 см. Масса робота равна 1,5 кг. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$.

Определите, какой длины был прямолинейный участок трассы. Ответ дайте в дециметрах, округлив результат до десятых. В ответ запишите только число, например 1,1.

МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2020-2021 УЧ. Г.
ЗАОЧНЫЙ ЭТАП. РОБОТОТЕХНИКА
9–11 КЛАССЫ
Разбор заданий

Задача № 1 (10 баллов)

При решении задачи робот должен считать чёрно-белый штрихкод. Линии штрихкода могут быть разной ширины. Чёрные линии на штрихкоде чередуются с белыми.

Саша решил использовать два датчика освещённости.

Во время калибровки на полигоне датчики показали следующие значения:

	На белом	На чёрном
Показания первого датчика	91	6
Показания второго датчика	94	8

Во время попытки робот получил следующие данные с датчиков:

	1	2	3	4	5	6	7	8
Показания первого датчика	86	67	50	35	21	46	77	55
Показания второго датчика	89	70	55	39	27	49	82	59

	9	10	11	12	13	14	15	16
Показания первого датчика	31	11	29	51	78	63	47	31
Показания второго датчика	35	14	33	55	81	59	49	34

	17	18	19	20	21	22	23	24
Показания первого датчика	44	57	72	54	34	12	27	45
Показания второго датчика	48	61	75	58	37	16	31	49

	25	26	27	28	29	30	31	32
Показания первого датчика	61	55	42	23	39	51	69	85
Показания второго датчика	65	54	46	29	42	55	73	89

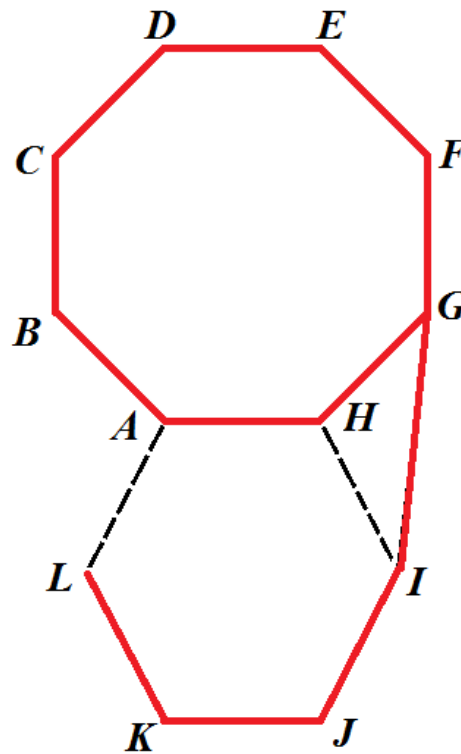
Считывание показаний датчиков происходило через каждые 0,5 с.

Для каждого из датчиков в качестве порогового значения Саша взял среднее арифметическое между показаниями на чёрном и на белом.

Определите, сколько всего чёрных полос было на штрихкоде. В ответ запишите целое число.

Задача № 2 (15 баллов)

Робот-чертёжник движется по ровной горизонтальной поверхности и наносит на неё изображение (см. *траекторию*) при помощи кисти, закреплённой посередине между колёс.



Траектория

Траектория представляет собой ломаную линию $LKJIGFEDCBAHG$, которая включает в себя отрезки, являющиеся сторонами правильного восьмиугольника $ABCDEFGH$ и правильного шестиугольника $AHIJKL$, а также отрезка GI . $AH = 3$ м.

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, расстояние между центрами колёс составляет 25 см, диаметр колеса робота 5 см.

Все повороты робот должен совершать на месте, вращая колёса с одинаковой скоростью в противоположных направлениях. Из-за крепления кисти робот не может ехать назад.

Определите, на какой минимальный суммарный угол должен повернуться робот, чтобы начертить данную фигуру. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$.

Ответ дайте в градусах, при необходимости округлив результат до целых. В ответ запишите только число.

Задача № 3 (10 баллов)

Роботы соревнуются в гонках по линии. Трасса имеет вид эллипса (см. *Схему трассы*).

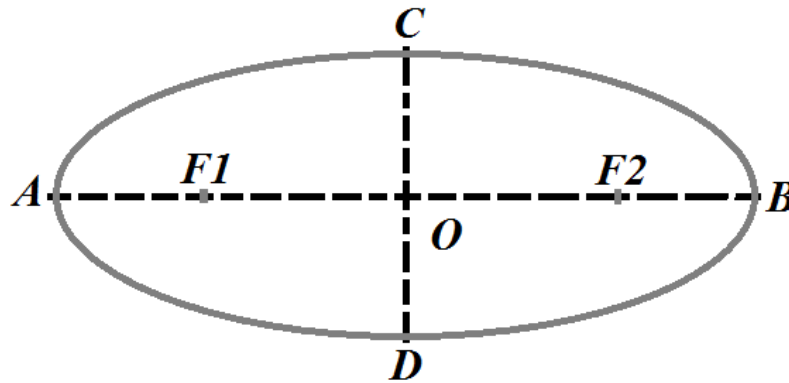


Схема трассы

По регламенту роботы должны стартовать в точке C , проехать всю трассу 3 раза, после чего доехать до точки D и финишировать в ней.

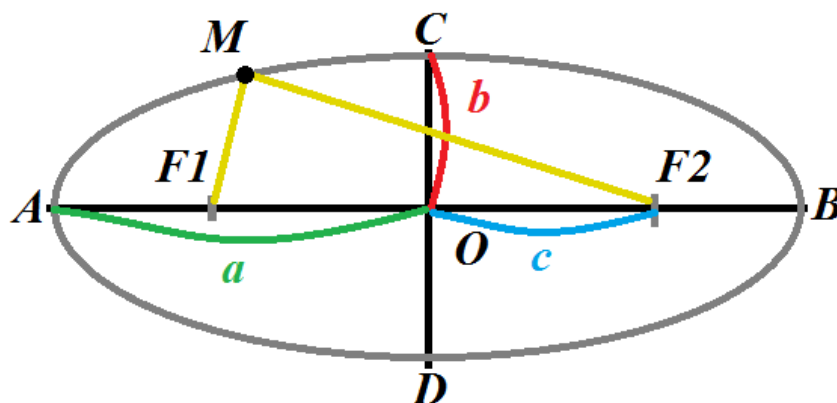
Известно, что $F_1F_2 = 2\sqrt{2}$ м, коэффициент сжатия эллипса равен $\frac{1}{3}$.

Определите длину пути, который должен преодолеть робот по трассе. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Ответ дайте в сантиметрах, округлив результат до целых. В ответ запишите только число.

Справочная информация

Эллипс — это геометрическое место точек плоскости, для которых сумма расстояний до двух данных точек F_1 и F_2 (называемых фокусами) постоянна и больше расстояния между фокусами, т. е.

$$|MF_1| + |MF_2| = 2a, \text{ причём } |F_1F_2| < 2a.$$



Проходящий через фокусы эллипса отрезок AB , концы которого лежат на эллипсе, называется большой осью эллипса.

Отрезок CD , перпендикулярный большой оси эллипса, проходящий через центральную точку большой оси, концы которого лежат на эллипсе, называется малой осью эллипса.

Точка пересечения большой и малой осей эллипса называется его центром.

Отрезки, проведённые из центра эллипса к вершинам на большой и малой осях, называются, соответственно, большой полуосью и малой полуосью эллипса и обозначаются a и b .

Расстояние $c = \frac{|F_1F_2|}{2}$ называется фокальным расстоянием.

Величина $e = \frac{c}{a} = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$ называется эксцентриситетом.

Отношение длин малой и большой полуосей называется коэффициентом сжатия эллипса или эллиптичностью $k = \frac{b}{a}$.

Периметр эллипса можно приближённо вычислить по следующей формуле:

$$L \approx 4 \times \frac{\pi ab + (a - b)^2}{a + b}$$

Задача № 4 (10 баллов)

Робот поднимается по наклонной плоскости и «спрыгивает» с неё в верхней точке (см. схему полигона).

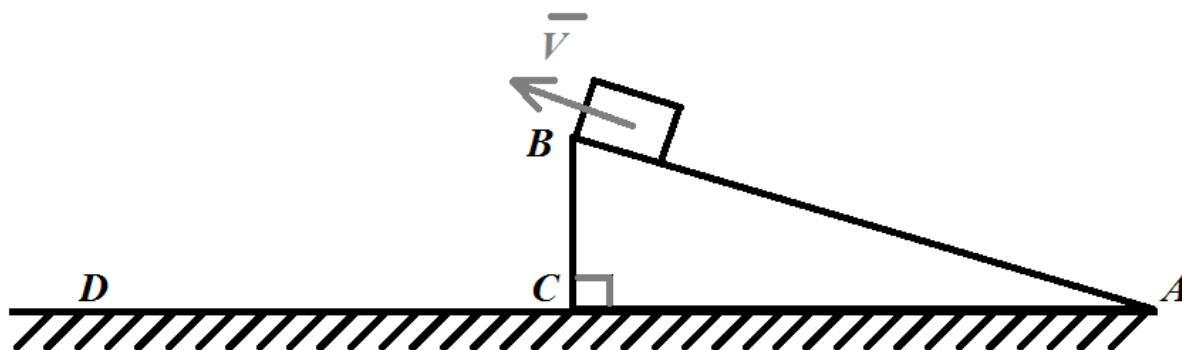


Схема полигона

Скорость робота в момент отрыва от наклонной плоскости равна 5 дм/с. Угол наклона плоскости к горизонту $\angle BAC = 30^\circ$, длина основания наклонной плоскости $CA = 2\sqrt{3}$ м. Определите, как далеко от наклонной плоскости приземлится робот (CD). Соппротивлением воздуха пренебрегите. Масса робота равна 1,5 кг. Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 . Ответ дайте в сантиметрах, при необходимости округлив результат до целых. В ответ запишите только число.

Задача № 5 (15 баллов)

Упростите логическое выражение:

$$(\overline{A \cdot B} + B \cdot \overline{C}) \cdot (\overline{A \cdot C} + B \cdot \overline{C})$$

Условные обозначения для логических операций (логических связок):

1. Отрицание (инверсия, логическое НЕ) обозначено как чёрточка над выражением. Например, выражение \overline{A} означает «НЕ А».
2. Конъюнкция (логическое умножение, логическое И) обозначено точкой (\cdot). Например, выражение $B \cdot C$ означает B И C .
3. Дизъюнкция (логическое сложение, логическое ИЛИ) обозначено знаком плюс ($+$). Например, выражение $B + C$ означает B ИЛИ C .

В качестве ответа укажите один из приведённых вариантов ответов.

- А) 0
- Б) 1
- В) \overline{A}
- Г) $\overline{B} \cdot C$
- Д) $B \cdot \overline{C}$
- Е) $\overline{A} + \overline{C}$
- Ж) $\overline{A} + B$
- З) $B + \overline{C}$
- И) $\overline{A} \cdot C + B$
- К) $B \cdot \overline{C} + A$
- Л) $A \cdot B + \overline{C}$
- М) $A \cdot \overline{B} + C$

Задача № 6 (15 баллов)

Робота с выключенными двигателями и зафиксированными колёсами поставили на верх наклонной плоскости в точку D (см. *схему наклонной плоскости*).

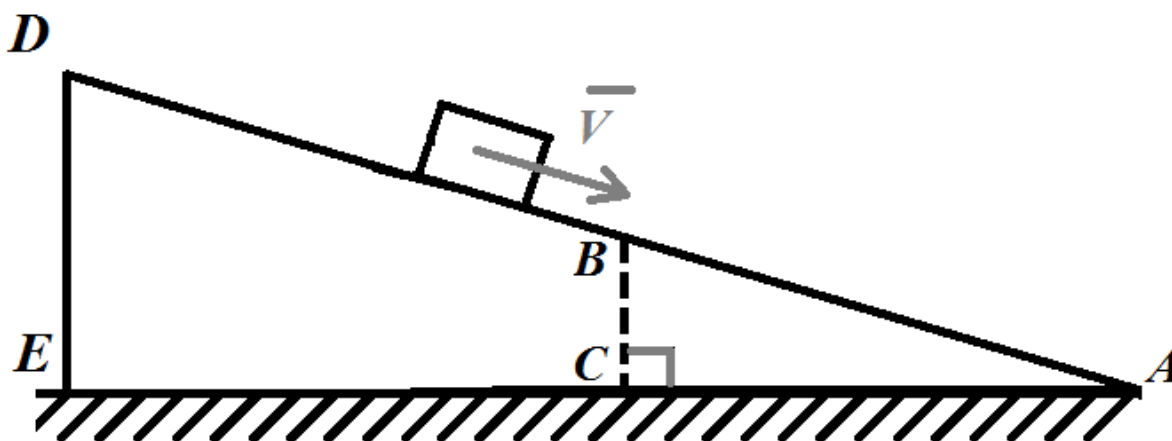


Схема наклонной плоскости

Робот с нулевой начальной скоростью начинает соскальзывать по наклонной плоскости с постоянным ускорением. Угол наклона плоскости к горизонту $\angle EAD = 30^\circ$. Коэффициент трения скольжения колёс робота по поверхности наклонной плоскости равен 0,1. Ускорение свободного падения примите $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$.

Определите, какая будет скорость у робота, когда он достигнет точки B , если $EC = 3\sqrt{3}$ м. Ответ дайте в метрах в секунду, округлив результат до целых. В ответ запишите только число.

Задача № 7 (15 баллов)

Миша собрал из одинаковых резисторов номиналом 2 Ом следующую схему (см. схему цепи).

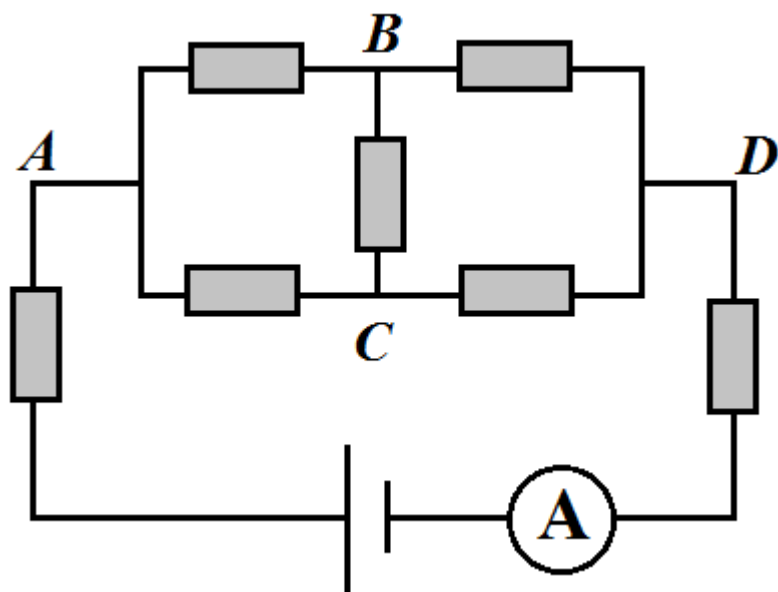


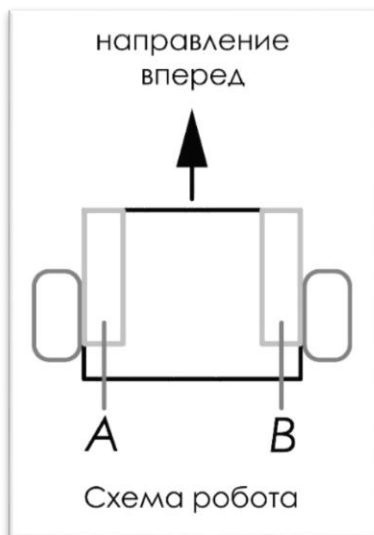
Схема цепи

Амперметр зафиксировал ток номиналом 0,5 А. ЭДС источника равна 9 В. Определите, чему равно внутреннее сопротивление источника тока, если измерения показали, что сила тока на участках цепи AC и BD одинаковая.

Ответ дайте в омах, округлив результат при необходимости до целых. В ответ запишите только число.

Задача № 8 (10 баллов)

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, радиус каждого из колёс робота равен 6 см. Левым колесом управляет мотор A , правым колесом управляет мотор B . Колёса напрямую подсоединены к моторам (см. схему робота).



Робот подъехал к перекрёстку и повернулся на месте. Известно, что ось мотора **A** повернулась на 540° , а ось мотора **B** повернулась на -540° .

Расстояние между центрами колёс робота равно 15 см. Масса робота равна 1 кг. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$.

Определите, градусную меру угла, на который повернулся робот. Ответ дайте в градусах, при необходимости округлив ответ до целых. В ответ запишите только число.