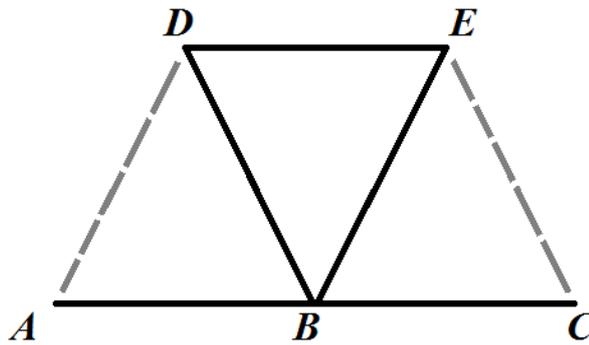


**№1 (35 баллов)** Робот движется по ровной горизонтальной поверхности по линии (см. траекторию).



*Траектория*

Траектория представляет собой ломаную линию  $ABDEBC$ , составленную из отрезков трех равных равносторонних треугольников  $ABD$ ,  $BDE$  и  $BCE$ , точка  $B$  лежит на отрезке  $AC$ .

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, расстояние между центрами колёс составляет 15 см, радиус колеса робота равен 5 см. Чтобы проехать прямолинейный участок  $AC$  каждое из колёс робота должно совершить 20 полных оборотов.

Все повороты робот должен совершать на месте, вращая колёса с одинаковой скоростью в противоположных направлениях. Робот не может ехать назад. При расчетах примите  $\pi \approx 3$ .

**А) (15 баллов)** Определите путь, который должен проехать робот, если по заданию всю траекторию нужно проехать 3 раза. Ответ дайте в метрах.

**Б) (20 баллов)** Определите, чему равен минимальный суммарный угол поворота робота, если робот проехал траекторию **полностью один раз**. Под суммарным углом поворота понимается сумма величин углов поворотов, при этом направление поворотов робота не учитывается. Ответ дайте в градусах.

### Ответы и решения

А) Сторона многоугольника равна:

$$AC = 2 \times \pi \times 5 \times 20 \approx 3 \times 200 = 600 \text{ (см)}$$
$$600 \text{ см} = 6 \text{ м}$$

Тогда сторона треугольника будет равна:

$$6 : 2 = 3 \text{ (м)}$$

Периметр многоугольника равен:

$$P = 3 \times 5 = 15 \text{ (м)}$$

Длина трассы равна:

$$L = 15 \times 3 = 45 \text{ (м)}$$

Ответ: 45 м

	Критерий	Баллы
1	Верно посчитана длина пути за 1 оборот колеса	5
2	Верно посчитан количество оборотов, необходимое для преодоления всего пути	5
3	Дан верный ответ	5
	ИТОГО	15

Б) Чтобы начертить данную фигуру за один проезд, стартовать нужно в вершинах А или С. Тогда робот закончит своё движение в точках С или А.

Вариант 1.

Траектория *ABEDBC*

Посчитает суму углов поворотов:

$$(180^\circ - 120^\circ) + (180^\circ - 60^\circ) + (180^\circ - 60^\circ) + (180^\circ - 120^\circ) = 360^\circ$$

Ответ:  $360^\circ$

Вариант 2.

Траектория *ABDEBC*:

Посчитает суму углов поворотов:

$$(180^\circ - 60^\circ) + (180^\circ - 60^\circ) + (180^\circ - 60^\circ) + (180^\circ - 60^\circ) = 480^\circ$$

Ответ:  $480^\circ$

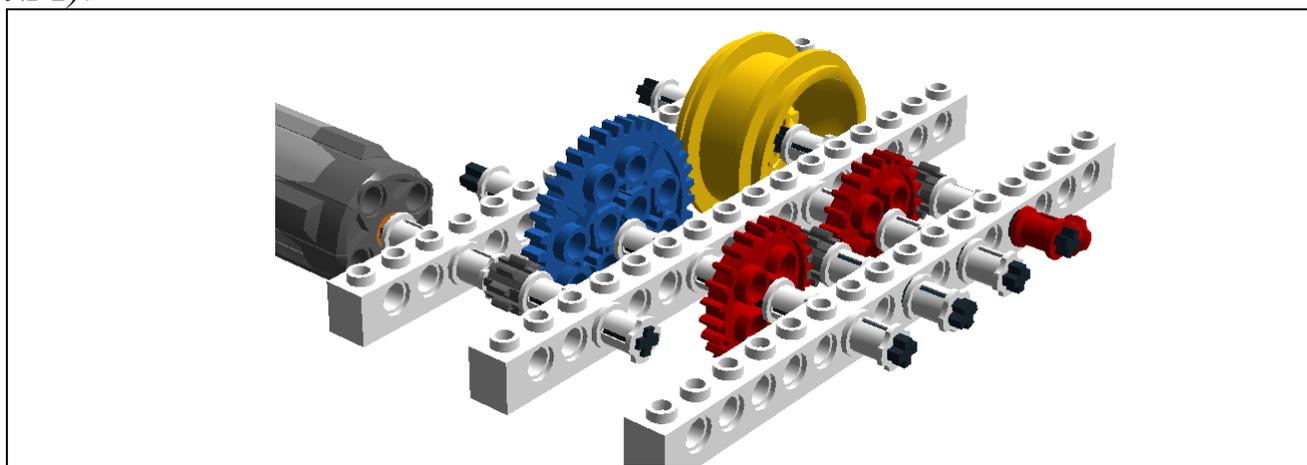
	Критерий	Баллы
1	Найдена градусная мера всех поворотов	10
2	Найденная мера углов минимальна	10
	ИТОГО	20

**№2 (20 баллов)** На робототехническом полигоне стоит тележка на 4-х колёсах. Радиус колёс тележки равен 5 см. На тележке укреплена бутылка с водой, в нижней части которой расположен кран. Если открыть кран, то из него через равные промежутки времени на полигон будут падать капли.

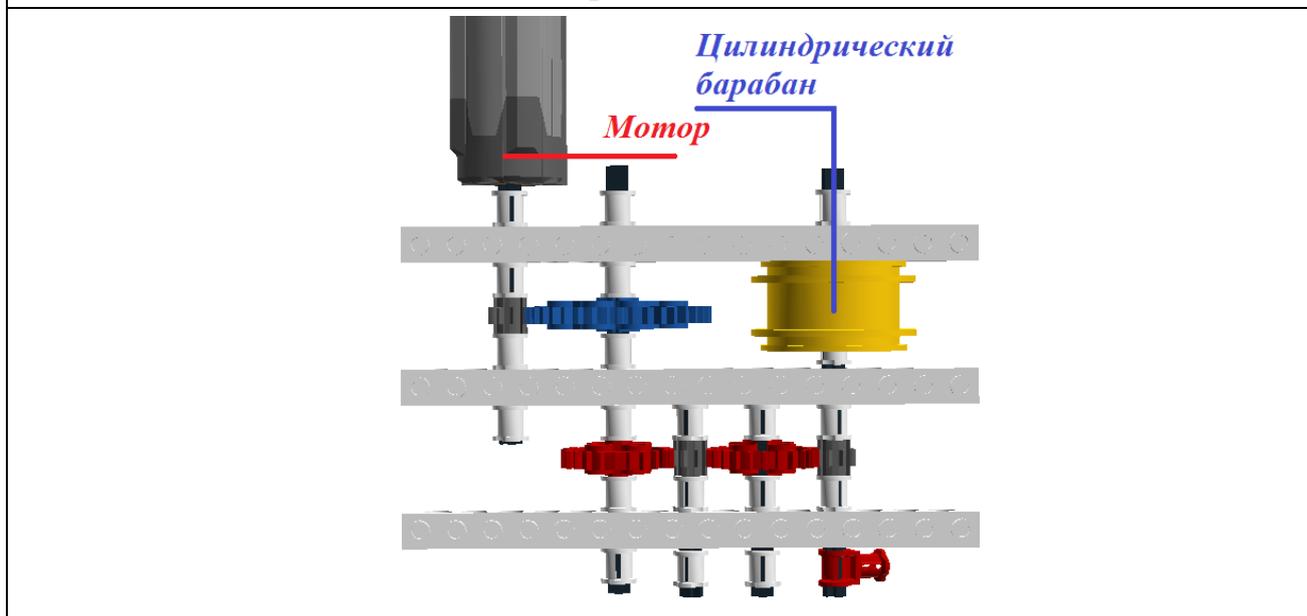
Катя привязала к тележке длинную тонкую прочную нерастяжимую нить. Если потянуть за нить, то тележка поедет. Другой конец нити Катя прикрепила к цилиндрическому барабану.

У Кати в наборе есть шестерёнки трёх типов. У большой шестерни – 40 зубьев, у средней – 24 зуба, у маленькой – 8 зубьев. Радиус барабана равен 15 мм.

Катя собрала следующую передачу (см. передачу, вид № 1, и передачу, вид № 2).



*Передача, вид № 1*



*Передача, вид № 2*

Катя запускает программу, и ось мотора начинает вращаться со скоростью 10 оборотов в минуту. Одновременно с запуском программы Катя открывает кран. За две минуты из крана падают 3 капли. Считайте, что капли достигают полигона мгновенно.

Определите, какое расстояние будет между двумя соседними каплями. При расчётах примите  $\pi \approx 3$ . Считайте, что нить наматывается на барабан равномерно в один слой. Ответ дайте в сантиметрах.

### Ответы и решения

Поскольку нитка прикреплена к самой тележке, то ее перемещение определяется только радиусом барабана и скоростью его вращения.

Определим длину окружности барабана:

$$l = 2 \times \pi \times r \approx 2 \times 3 \times 15 \text{ мм} = 90 \text{ мм}$$
$$90 \text{ мм} = 9 \text{ см}$$

Определим скорость барабана. За одну минуту ведомая ось первой ступени сделает

$$10 \times 8 : 40 = 2 \text{ (об.)}$$

За одну минуту ось, на которой закреплен барабан, сделает

$$2 \times 24 : 8 = 6 \text{ (об.)}$$

То есть, один оборот барабан делает за

$$60 : 6 = 10 \text{ (с)}$$

Определим временной промежуток между падением капель:

$$2 \times 60 \div 3 = 40 \text{ (с)}$$

Значит, за время между падением капель, тележка успеет проехать:

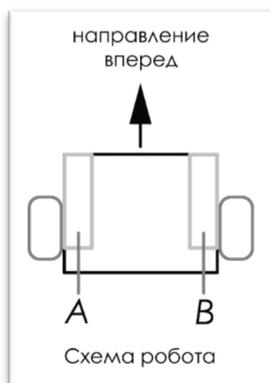
$$40 : 10 \times 9 = 36 \text{ (см)}$$

Ответ: расстояние между соседними каплями равно 36 см.

	Критерий	Баллы
1	Верно посчитана длина пути за 1 оборот колеса	5
2	Верно посчитана длина окружности барабана	5
3	Дан верный ответ	10
	ИТОГО	20

**№3 (20 баллов)** Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, радиус каждого из колёс робота равен 6 см. Расстояние между центрами колёс робота равно 18 см.

Левым колесом управляет мотор *A*, правым колесом управляет мотор *B*. Колёса напрямую подсоединены к моторам (см. *схему робота*).



Робот повернулся на месте. Известно, что ось мотора *A* повернулась на  $180^\circ$  по часовой стрелке, а ось мотора *B* повернулась на  $180^\circ$  против часовой стрелки.

Определите, градусную меру угла, на который повернулся робот. Ответ дайте в градусах, при необходимости округлив ответ до целых. Определите, в каком направлении – направо или налево – поворачивал робот.

### Ответы и решения

№3

Посчитаем длину обода колеса:

$$2 \times \pi \times 6 = 12\pi$$

Определим, какое расстояние проехало каждое из колёс робота:

$$12\pi \times 180^\circ : 360^\circ = 6\pi$$

Определим, на какой угол повернулся робот:

$$6\pi \times 360^\circ : 18\pi = 120^\circ$$

Раз мотор *A* повернулся по часовой стрелке, то он вращал колесо назад.

Раз мотор *B* повернулся против часовой стрелки, то он вращал колесо вперёд.

Получается, левое колесо робота вращается назад, а право вперёд. Тогда робот повернётся справа налево.

Ответ: робот повернётся налево на  $120^\circ$ .

	Критерий	Баллы
1	Верно посчитана длина пути за 1 оборот колеса	5
2	Верно посчитана длина окружности вращения робота	5
3	Дан верный ответ на какой угол повернулся робот	5
4	Дан ответ в каком направлении повернулся робот	5
	ИТОГО	20

**№4 (25 баллов)** Робот-чертёжник наносит изображение квадрата  $ABCD$  на баннер. Даша, наблюдает за движением робота и заполняет таблицу.

№ участка	Что делает робот	Линейная скорость робота (см/с)	Время проезда (с)	Длина участка (см)
1	Едет по отрезку $AB$		10	300
2	Поворачивается в вершине $B$		10	0
3	Едет по отрезку $BC$		15	
4			10	0
5	Едет по отрезку $CK$		10	
6	Едет по отрезку $KD$			
7	Поворачивается в вершине $D$			0
8	Едет по отрезку $DA$		15	

Часть данных Даша не успела занести в таблицу.

Известно, что на поворот в каждой из трёх вершина робот потратил одно и то же время. На каждом из отрезков пути скорость робота постоянна.  $K$  – середина  $CD$ . После подсчета средней путевой скорости робота по всему пути оказалось, что она равна 12 см/с.

Определите, с какой скоростью ехал робот на участке  $KD$ .

### Ответы и решения

№4 Заполним пропуски в таблице:

№ участка	Что делает робот	Линейная скорость робота (см/с)	Время проезда (с)	Длина участка (см)
1	Едет по отрезку $AB$	30	10	300
2	Поворачивается в вершине $B$	0	10	0
3	Едет по отрезку $BC$	20	15	300
4	Поворачивается в вершине $C$	0	10	0
5	Едет по отрезку $CK$	15	10	150

6	Едет по отрезку $KD$			150
7	Поворачивается в вершине $D$	0	10	0
8	Едет по отрезку $DA$	20	15	300

Составим уравнение, зная, что средняя скорость на всем пути равна 12 см/с, обозначив время проезда по отрезку  $KD$  за  $x$ :

$$300 + 300 + 300 + 300 = 12 \times (10 + 10 + 15 + 10 + 10 + 10 + 15 + x)$$

$$1200 = 12 \times (80 + x)$$

$$100 = 80 + x$$

$$x = 20(\text{с})$$

Тогда скорость робота на отрезке  $KD$  равна:

$$150 : 20 = 7,5 (\text{см/с})$$

Ответ: 7,5 см/с

	Критерий	Баллы
1	Верно заполнена таблица	15
2	Верно записано уравнение	10
3	Дан верный ответ	10
	ИТОГО	35