

№1 (5 баллов) Известно, что устройство получило следующий набор бит: 0000 1010 1111 1100. Первые 8 бит – это число, вторые 8 бит – это последовательность действий, которые надо совершить над числом.

Два последних бита служат для контроля правильности передачи. Если среди первых 8 бит чётное число единиц, то в бит D1 пишется 0, иначе 1. Если среди бит с D7 по D2 чётное число единиц, то в бит D0 пишется 0, иначе 1.

Код	Действие
001	Прибавить 1
010	Вычесть 1
011	Умножить на 2
000	Пропустить действие
100	Целая часть от деления на 2
101	Дробная часть от деления на 2
110	Извлечение квадратного корня, целая часть
111	Возведение в квадрат

Устройство выполнило указанные действия с числом и вернуло результат – восьми битный двоичный код. Если при проверке чётности оказывается, что сигнал был испорчен, то вместо ответа устройство отправляет восемь нулей. Если при выполнении операций получается число, содержащее больше одного байта, то передаётся обратно только младшие 8 бит результата.

Определите, какую последовательность бит вернуло устройство. В ответе запишите восьмибитное двоичное число, например 0011 1111.

Справочная информация:

Нумерация битов в сообщении



Ответ: 0001 0000

Решение

Проверим, что сигнал дошёл верно:

0000 1010 - чётное число единиц, значит $D1 = 0$. Совпадает.

1111 1100 - чётное число единиц, значит $D0 = 0$. Совпадает.

Значит, сигнал дошёл верно.

Надо проделать действия 111 111, то есть возвести в квадрат последовательно два раза подряд.

Произведём эти действия над числом 1010.

$1010 * 1010 = 110\ 0100$

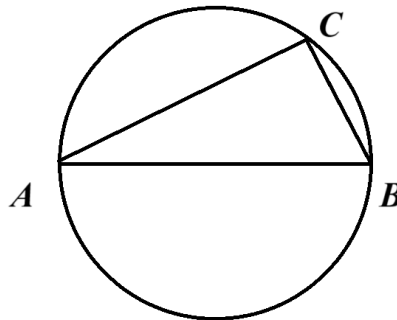
$110\ 0100 * 110\ 0100 = 10\ 0111\ 0001\ 0000$

Происходит переполнение. В ответ будут пересланы только восемь младших бит результата: 0001 0000.

Олимпиада «Ломоносов» по Робототехнике. Очный этап.
11 классы. 2024–2025 уч. г

№ п/п	Критерий	Баллы
1.1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (0001 0000)	5
1.2	Приведён только верный ответ (0001 0000)	3
1.3	Приведено полное решение. Решение верное по сути, но содержит в себе одну ошибку	2
1.4	В остальных случаях	0

№2 (5 баллов) Робот движется по ровной горизонтальной поверхности и наносит на неё изображение (см. Рисунок) при помощи кисти, закреплённой посередине между колёс.



Рисунок

Изображение состоит из окружности и трёх отрезков. Известно, что АВ - диаметр окружности, $\angle A$ на 10° меньше, чем $\angle B$.

При повороте в вершине робот совершает танковый поворот. Робот не может ехать назад. Робот должен проехать по каждой линии траектории ровно по одному разу.

Определите величину минимального суммарного угла поворота, на который должен повернуться робот при проезде по всей траектории. Ответ дайте в градусах.

Справочная информация

Если робот движется по дуге окружности, то под углом поворота понимается градусная мера центрального угла дуги.

Угол между секущей и дугой окружности равен углу между секущей и касательной, проведённой в точке пересечения секущей окружности.

Под суммарным углом поворота понимается сумма величин углов поворотов, при этом направление поворотов робота не учитывается.

Ответ: 630° .

Решение

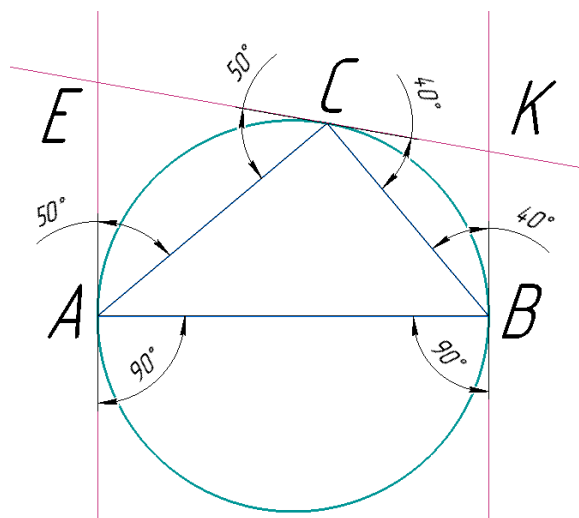
Определим градусные меры углов треугольника ABC.

$\angle C = 90^\circ$ так как он вписанный и опирается на диаметр.

$\angle B = \angle A + 10^\circ$ и $\angle B + \angle A = 90^\circ$.

Значит, $\angle A = 40^\circ$, а $\angle B = 50^\circ$.

Построим касательные к окружности в точках А, В и С. Получим следующую конфигурацию:



Углы между касательными к окружности сторонами треугольника можно определить, воспользовавшись тем, что угол между касательной и радиусом, проведённым в точку касания равен 90° , и тем, что отрезки касательных, проведённых к окружности из одной точки, равны между собой, а также свойством равнобедренного треугольника.

Градусная мера окружности равна 360° .

Если представить фигуру как граф, отрезки и дуги как рёбра, а вершины треугольника как вершины графа, то мы получим, что все три вершины графа имеют чётные степени. Значит, данный граф можно обойти полностью не проходя ни по одному из рёбер дважды, стартовав любой из вершин.

Отметим, что для проезда по окружности, выгоднее всего, стартовав в вершине треугольника, начертить её полностью, проехав по всем вершинам по одному разу и вернувшись в исходную, а потом уже поворачивать на сторону треугольника. Или же наоборот, нарисовать треугольник полностью, а потом уже перейти к изображению окружности.

Для определённости будем считать, что сперва мы изображаем всю окружность, а потом только треугольник. Второй случай будет решаться аналогично.

Расчёты показывают, что имеет значение направление, в котором переходить с окружности на сторону треугольника.

Вершина, в которой произойдёт переход от изображения окружности к изображению треугольника, будет совпадать с точкой старта изображения. Направление, в котором будет происходить обход окружности выгодно сохранить и при обходе треугольника.

Посчитаем угол поворота робота при старте в каждой из вершин, выбрав в качестве направления обхода то, при котором угол перехода с окружности на треугольник будет минимальным из двух возможных.

При старте в вершине А выгоднее всего обходить в порядке А-С-В-А-С-В-А:
 $360^\circ + (90^\circ - 40^\circ) + (180^\circ - 90^\circ) + (180^\circ - 50^\circ) = 360^\circ + 50^\circ + 90^\circ + 130^\circ = 630^\circ$

При старте в вершине В выгоднее всего обходить в порядке В-С-А-В-С-А-В:
 $360^\circ + (90^\circ - 50^\circ) + (180^\circ - 90^\circ) + (180^\circ - 40^\circ) = 360^\circ + 40^\circ + 90^\circ + 140^\circ = 630^\circ$

При старте в вершине С выгоднее всего обходить в порядке С-В-А-С-В-А-С:
 $360^\circ + 40^\circ + (180^\circ - 50^\circ) + (180^\circ - 40^\circ) = 360^\circ + 40^\circ + 130^\circ + 140^\circ = 670^\circ$

Как мы видим, нам одинаково выгодно стартовать в вершинах А и В. В этом случае, при соблюдении всех выше изложенных требований угол поворота робота будет минимальным и равным 630° .

№ п/п	Критерий	Баллы
2.1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (630°)	5
2.2	Приведён только верный ответ (630°)	3
2.3	Приведено полное решение. Решение верное по сути, но содержит в себе одну ошибку	2
2.4	В остальных случаях	0

№3 Из шестерёнок собрали двухступенчатую передачу. На ведущей оси передачи стоит шестерёнка с 8 зубьями, на ведомой оси первой ступени с 32 зубьями, на ведущей оси второй ступени - шестерёнка с 24 зубьями, на ведомой оси передачи - шестерёнка 16 зубьями.

На ведущей оси передачи закреплён цилиндрический барабан, который может вращаться вместе с осью. Диаметр барабана равен 20 см. К барабану привязана тонкая, прочная, нерастяжимая нить. Нить плотно намотана на барабан в один слой. К другому концу нити через систему неподвижных блоков прикреплена тележка на четырёх колёсах. Диаметр каждого из колес тележки равен 6 см. На тележке между колёсами и мотором установлен редуктор с передаточным отношением равным 6. На тележке включают мотор и его ось начинает совершать по одному обороту в 2 секунды.

На ведомой оси передачи закреплён цилиндрический барабан, который может вращаться вместе с осью. Радиус барабана равен 15 см. К барабану привязана тонкая, прочная, нерастяжимая нить, которая будет наматываться на барабан, если ось передачи будет вращаться. Нить наматывается всегда в один слой.

К другому концу нити через систему неподвижных блоков прикреплена тележка на четырёх колёсах. Диаметр каждого из колес тележки равен 4 см. Тележку поставили рядом с бумажной полосой, вдоль которой тележка может двигаться. На тележке установлена капельная машина, из крана которой каждые 3 секунды падает по 1 капле. Считайте, что капли достигают поверхности полосы моментально.

При включении мотора на первой тележке, она приводит во вращение барабан на ведущей оси передачи, который через двухступенчатую передачу приводит во вращение барабан на ведомой оси передачи, который приводит в движение тележку с капельной машиной.

При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

А) (5 баллов) Определите, на какой угол повернётся барабан на ведущей оси передачи за 1 минуту. Ответ дайте в градусах;

Б) (5 баллов) Определите, какое расстояние будет между 3 и 11 каплей. Ответ дайте в сантиметрах с точностью до десятых.

Олимпиада «Ломоносов» по Робототехнике. Очный этап.
11 классы. 2024–2025 уч. г

Ответ:

А) 540° ;

Б) 21,2 см.

Решение

Определим, сколько оборотов в минуту совершают колёса тележки с мотором:

$$(1:2:6) \cdot 60 = 5 \text{ (об./мин)}$$

Определим расстояние, на которое продвигается тележка с мотором за 1 минуту:

$$5 \cdot 6 \cdot \pi = 30\pi \text{ (см)}$$

Определим сколько оборотов совершит барабан на ведущей оси за 1 минуту:

$$30\pi : 20\pi = 1,5 \text{ (об./мин.)}$$

Угол поворота барабана на ведущей оси равен:

$$1,5 \cdot 360 = 540^\circ$$

Определим число оборотов барабана на ведомой оси в минуту:

$$1,5 : \left(\frac{32}{8} \cdot \frac{16}{24} \right) = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{4 \cdot 2} = \frac{9}{16} \text{ (об./мин.)}$$

Расстояние, которое проходит тележка с капельной машиной за 1 минуту:

$$\frac{9}{16} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 15 \cdot 1 = \frac{270\pi}{16} \text{ (см)}$$

Определим расстояние 3 и 11 каплями:

$$\frac{270\pi}{16} \cdot 3 \cdot (11 - 3) : 60 = \frac{27\pi}{4} \approx \frac{27 \cdot 3,14}{4} = 21,195 \approx 21,2 \text{ (см)}$$

№ п/п	Критерий	Баллы
Пункт А		
1.1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (540°)	5
1.2	Приведён только верный ответ (540°)	3
1.3	Приведено полное решение. Решение верное по сути, но содержит в себе одну ошибку	2
1.4	В остальных случаях	0
Пункт Б		
2.1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (21,2 см)	5
2.2	Приведён только верный ответ (21,2 см)	3
2.3	Приведено полное решение. Решение верное по сути, но содержит в себе одну ошибку	2
2.4	В остальных случаях	0

№4 Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, диаметр каждого из колёс робота равен 2 дм. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В. Колёса напрямую подсоединены к моторам. Ширина колеи (расстояние между центрами колёс) робота равна 3 дм.

Оба мотора и включились, и отключились одновременно. Ось каждого из моторов вращалась со своей постоянной частотой. Ось мотора А повернулась на 30° . Ось мотора В повернулась на 90° .

Моторы на роботе установлены так, что если обе оси повернутся на 10° , то робот проедет прямо вперёд. На линии, соединяющей центры колёс, вне робота, на расстоянии трети ширины колеи от центра колеса А, установили маркер.

А) (5 баллов) Определите угол, на который повернётся робот. Ответ дайте в градусах.

Б) (5 баллов) Определите длину линии, которую начертит робот маркером. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Ответ дайте в сантиметрах с точностью до целых. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

Ответ:

А) 20° ;

Б) 9 см.

Решение

2 дм = 20 см

3 дм = 30 см

Так как моторы робота повернулись в одном направлении, то есть углы поворота осей моторов одного знака и не равны по модулю, то точка, вокруг которой повернётся робот, будет находиться на продолжении отрезка АВ. Так как ось мотора В повернулась на больший по модулю угол, чем ось мотора А, то центр поворота О будет левее точки А.

R_A и R_B - это радиусы концентрических окружностей, по которым двигаются центры колёс А и В соответственно.

Запишем соотношение, связывающее радиус окружности, по которой движется точка, угол поворота робота, радиус колеса, в центре которого и находится точка и угол поворота оси мотора:

$$R_A * \alpha = r_A * |\varphi_A|$$

Где R_A - радиус окружности, по которой движется точка А;

α - угол поворота робота;

r_a - радиус колеса А;

φ_A - угол поворота оси робота.

Мы можем записать, что:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{|\varphi_A|}{|\varphi_B|} = \frac{30^\circ}{90^\circ} = \frac{1}{3} = \frac{1x}{3x}$$

Из геометрических соображений заметим, что

$$R_B - R_A = L = 30 \text{ см}$$

Тогда

$$3x - x = 30$$

Олимпиада «Ломоносов» по Робототехнике. Очный этап.
11 классы. 2024–2025 уч. г

$$x = 15 \text{ (см)}$$

Значит:

$$R_A = 15 \text{ (см)}, R_B = 45 \text{ (см)}$$

Радиус колеса равен:

$$20 : 2 = 10 \text{ см}$$

Угол поворота робота будет равен:

$$\alpha = \frac{r_A * |\varphi_A|}{R_A} = \frac{20/2 * 30^\circ}{15} = 20^\circ$$

Обозначим точку, в которой находится маркер как С. Тогда

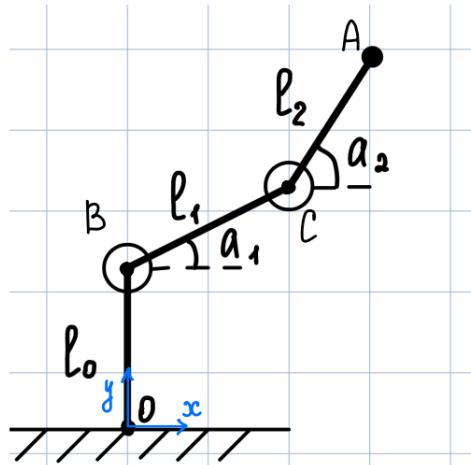
$$R_C = 15 + 30/3 = 25 \text{ (см)}$$

Длина дуги окружности, которую нарисовал робот, равна:

$$2\pi R_c * \frac{\alpha}{360^\circ} \approx 2 * 3,14 * 25 * \frac{20}{360} = 8,7(2) \approx 9 \text{ (см)}$$

№ п/п	Критерий	Баллы
Пункт А		
1.1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (40°)	5
1.2	Приведён только верный ответ (40°)	3
1.3	Приведено полное решение. Решение верное по сути, но содержит в себе одну ошибку	2
1.4	В остальных случаях	0
Пункт Б		
2.1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (12 см)	5
2.2	Приведён только верный ответ (12 см)	3
2.3	Приведено полное решение. Решение верное по сути, но содержит в себе одну ошибку	2
2.4	В остальных случаях	0

№5 (10 баллов) На рисунке представлена модель двухзвенного манипулятора, где звенья - это отрезки l_1 , l_2 соответственно. Манипулятор установлен на неподвижном основании l_0 . Длина первого звена $l_0 = 160$ мм длина второго звена $l_1 = 220$ мм, длина третьего звена $l_2 = 310$ мм.



Звенья манипулятора могут вращаться вокруг осей, параллельных оси z (OXYZ - правая тройка векторов) и проходящих через шарниры манипулятора - точки В и С.

Найдите **обе возможные пары углов** положения шарниров a_1 и a_2 двухзвенного манипулятора, при которых захват (точка А) достигает точки М с координатами (3; 2,5; 0), где длина единичного отрезка 1 дм. Ответ дайте в градусах, приведя результат с точностью до целых. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

Угол поворота вокруг оси определяется по правилу правой руки. Нулевой угол откладывается от прямых, параллельных оси X . Начало координат расположено в точке О крепления звена l_0 к неподвижной поверхности. Если угол отсчитывается в отрицательном направлении, то при записи перед ним нужно поставить знак «минус», например, -30° .

Ответ:

Положение «Колено вниз»: $a_1 = -52^\circ$, $a_2 = 58^\circ$;

Положение «Колено вверх»: $a_1 = 85^\circ$, $a_2 = -25^\circ$.

Решение

Переведём значения координат конечной точки из дециметров миллиметры:

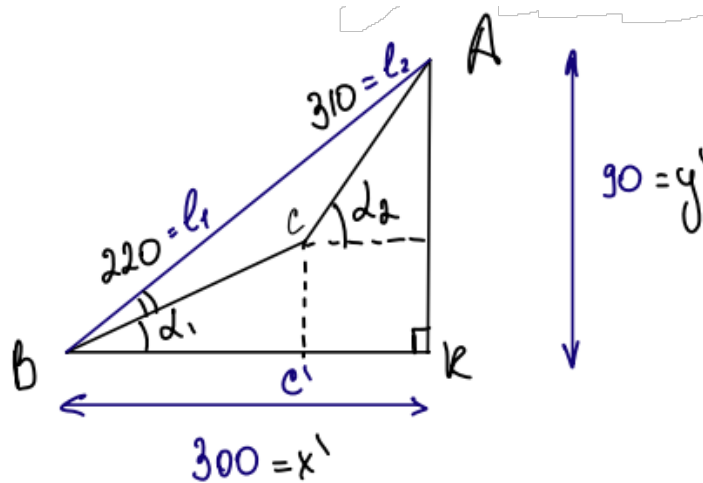
$$(3; 2,5; 0) \text{ дм} = (300; 250; 0) \text{ мм}$$

Для удобства перенесём начало координат из точки О в точку В, тогда конечная точка будет иметь координаты (300; 90; 0). Далее мы можем решать задачу в плоскости.

Рассмотрим два случая расположения шарнира С.

1 случай. Положение «Колено вниз»

Сделаем рисунок:



Определим градусные меры углов α_1 и α_2 .

$$\operatorname{tg} \angle ABK = \frac{AK}{KB} = \frac{90}{300} = 0,3$$

$$\angle ABK = \operatorname{arctg}(0,3) = 16.6992... \approx 16,7^\circ$$

$$AB = \sqrt{300^2 + 90^2} = 30\sqrt{109}(\text{мм})$$

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 - 2AB * BC * \cos \angle ABC$$

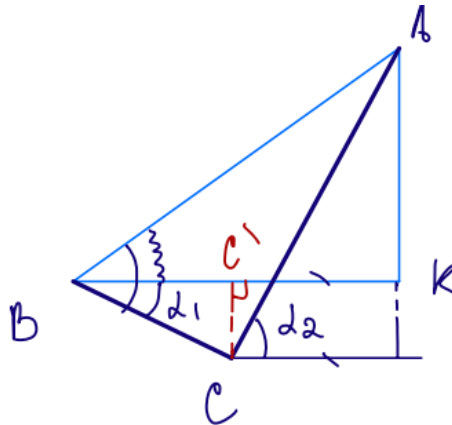
$$\cos \angle ABC = \frac{AB^2 + BC^2 - AC^2}{2AB * BC} = \frac{98\,100 + 48\,400 - 96\,100}{2 * 30\sqrt{109} * 220} = \frac{42}{11\sqrt{109}}$$

$$\angle ABC = \arccos\left(\frac{42}{11\sqrt{109}}\right) = 68,5483... \approx 68,5^\circ$$

Тогда угол α_1 будет равен:

$$\alpha_1 = \angle ABC - \angle ABK = 68,5^\circ - 16,7^\circ = 51,8^\circ$$

Уточним рисунок:



$$BC' = BC * \cos \alpha_1$$

$$C'K = BK - BC'$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{C'K}{AC} = \frac{BK - BC'}{AC} = \frac{BK - BC * \cos \alpha_1}{AC} = \frac{300 - 220 * \cos(51,8^\circ)}{310} = 0,5288714...$$

Округлим до целых:

$$\alpha_1 = 51,8^\circ \approx 52^\circ$$

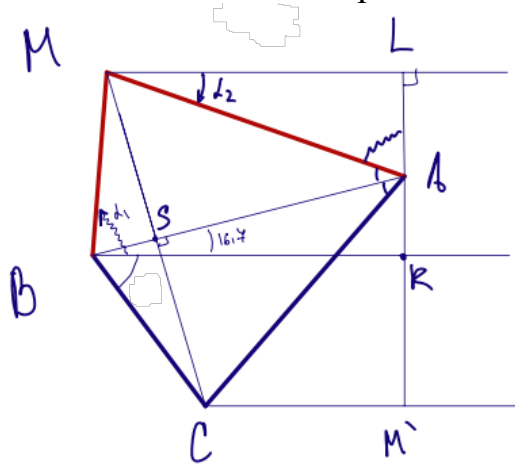
$$\alpha_2 = 58,070 \approx 58^\circ$$

Так как угол α_1 нужно откладывать в отрицательном направлении, то формально запишем, что $\alpha_1 = -52^\circ$.

Ответ для первого случая: $\alpha_1 = -52^\circ$, $\alpha_2 = 58^\circ$.

2 случай. Положение «Колено вверх»

Сделаем рисунок, отразив колесо ACB симметрично относительно AB :



По построению $MS=SC$.

Обозначим новое положение углов α_1 и α_2 .

Определим градусную меру угла α_1 :

$$\angle BAK = 90^\circ - \angle ABK$$

$$\angle ABM = \angle ABC = \angle ABK + \angle KBC$$

$$a_1 = \angle ABM + \angle ABK = \angle ABK + \angle KBC + \angle ABK = \angle KBC + 2\angle ABK$$

$$a_1 = 51,8^\circ + 2 * 16,7^\circ = 85,2^\circ$$

Определим градусную меру угла α_2 :

$$\angle CAK = 90^\circ - \angle ACM'$$

$$\angle MAB = \angle BAC = \angle BAK - \angle CAK = \angle BAK - 90^\circ + \angle ACM'$$

$$\angle MAM' = \angle MAB + \angle BAK = \angle BAK - 90^\circ + \angle ACM' + 90^\circ - \angle ABK =$$

$$= \angle BAK + \angle ACM' - \angle ABK = 90^\circ - \angle ABK + \angle ACM' - \angle ABK =$$

$$= 90^\circ + \angle ACM' - 2\angle ABK$$

$$\angle \text{MAL} = 180^\circ - \angle \text{MAM}'$$

$$a_2 = \angle LMA = 90^\circ - \angle MAL = 90^\circ - 180^\circ + \angle MAM' =$$

$$= \angle MAM' - 90^\circ = 90^\circ + \angle ACM' - 2\angle ABK - 90^\circ =$$

$$= \angle ACM' - 2\angle ABK = 58,1 - 2 * 16,7^\circ = 24,7^\circ$$

Округлим до целых:

$$a_1 = 85,2^\circ \approx 85^\circ$$

$$a_2 = 24,7^\circ \approx 25^\circ$$

Так как угол α_1 нужно откладывать в отрицательном направлении, то формально запишем, что $\alpha_2 = -25^\circ$.

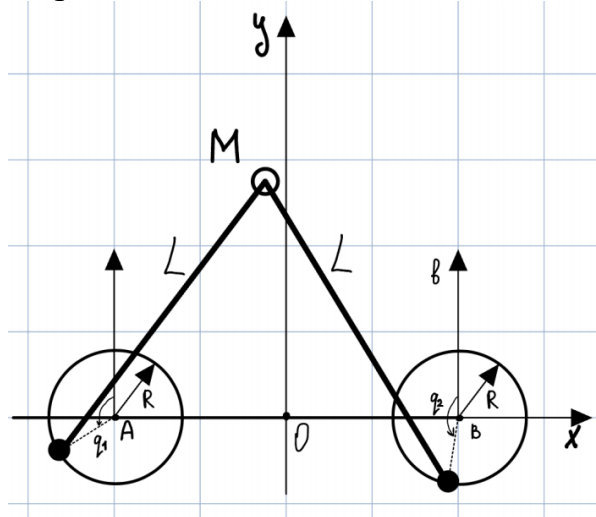
Ответ для второго случая: $\alpha_1=85^\circ$, $\alpha_2=-25^\circ$.

Ответ: $\alpha_1 = -52^\circ$, $\alpha_2 = 58^\circ$ и $\alpha_1 = 85^\circ$, $\alpha_2 = -25^\circ$.

Олимпиада «Ломоносов» по Робототехнике. Очный этап.
11 классы. 2024–2025 уч. г

№ п/п	Критерий	Баллы
Колено вниз		
1.1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения ($a_1 = -52^\circ$, $a_2 = 58^\circ$) Каждый из углов может отличаться не более чем на 2° от приведённого ответа	5
1.2	Приведён только верный ответ ($a_1 = -52^\circ$, $a_2 = 58^\circ$) Каждый из углов может отличаться не более чем на 2° от приведённого ответа	3
1.3	Приведено полное решение. Решение верное по сути, но содержит в себе одну ошибку	2
1.4	В остальных случаях	0
Колено вверх		
2.1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения ($a_1 = 85^\circ$, $a_2 = -25^\circ$) Каждый из углов может отличаться не более чем на 2° от приведённого ответа	5
2.2	Приведён только верный ответ ($a_1 = 85^\circ$, $a_2 = -25^\circ$) Каждый из углов может отличаться не более чем на 2° от приведённого ответа	3
2.3	Приведено полное решение. Решение верное по сути, но содержит в себе одну ошибку	2
2.4	В остальных случаях	0

№6 (10 баллов) Маркер, закрепленный в точке М, приводится в движение двумя моторами, находящимися в точках А(-1; 0) и В(1; 0), через систему рычагов R, L. Рычаги R жёстко закреплены к моторам и вращаются вместе с ними, рычаги L крепятся к R таким образом, что они могут поворачиваться на произвольный угол, задаваемый общей кинематикой всех рычагов и положением моторов. Длина рычага R = 50 мм, длина рычага L = 200 мм.



Определите положение моторов, при котором маркер встанет в точку М с координатами (-1; 1,5), где длина единичного отрезка 1 дм. В ответе укажите углы поворота моторов q_1 и q_2 , отложенные от вертикальных осей а и b, проходящих через центры моторов вверх по правилу правой руки. Ответ дайте в градусах с точностью до целых. Округление стоит производить только после получения финального ответа.

Нулевыми углами считаются такие углы, при которых точки крепления L к R находятся на вертикальных осях а и b. Градусные меры углов q_1 и q_2 могут изменяться от 0° включительно до 360° , при этом не достигая 360° .

Ответ: $q_1=180^\circ$, $q_2=53^\circ$

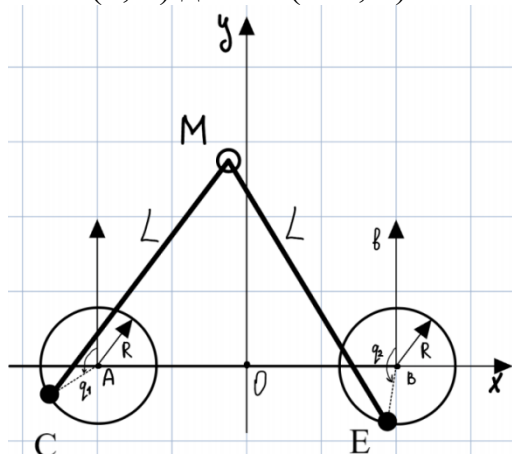
Решение

Переведём значения из дециметров миллиметры.

$$M(-1; 1,5) \text{ дм} = M(-100; 150) \text{ мм}$$

$$A(-1; 0) \text{ дм} = A(-100; 0) \text{ мм}$$

$$B(1; 0) \text{ дм} = B(100; 0) \text{ мм}$$



Пусть точки С и Е - искомые точки положения концов стержней L. Точки С и Е - точки, лежащие на окружности радиуса L с центром М.

Уравнение окружности с центром в точке М радиуса L:

$$(X-X_M)^2+(Y-Y_M)^2=L^2$$

Точка С лежит на окружности с центром А и радиуса R. Уравнение окружности:

$$(X-X_A)^2+(Y-Y_A)^2=R^2$$

Точка В лежит на окружности с центром В и радиуса R. Уравнение окружности:

$$(X-X_B)^2+(Y-Y_B)^2=R^2$$

Если решить данные уравнения в системе, то мы получим все возможные координаты точек С и Е, удовлетворяющих условию.

Если объединить в систему попарно уравнение окружности с центром в точке М и уравнение окружности с центром в точке А, то при её решении мы получим координаты возможного положения точки С.

$$(X-X_M)^2+(Y-Y_M)^2=L^2$$

$$(X-X_A)^2+(Y-Y_A)^2=R^2$$

Подставим координаты точек и известные длины в миллиметрах в систему уравнений:

$$(X-(-100))^2+(Y-150)^2=200^2$$

$$(X-(-100))^2+(Y-0)^2=50^2$$

Получим:

$$(X+100)^2+(Y-150)^2=200^2$$

$$(X+100)^2+(Y)^2=50^2$$

Решив уравнения в системе, получим координаты точки С:

$$X=-100, Y=-50$$

Если объединить в систему попарно уравнение окружности с центром в точке М и уравнение окружности с центром в точке В, то при её решении мы получим координаты возможного положения точки Е.

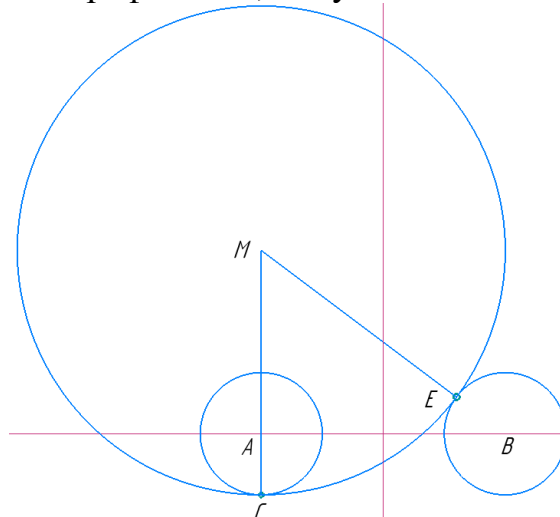
$$(X+100)^2+(Y-150)^2=200^2$$

$$(X-100)^2+(Y-0)^2=50^2$$

Решив уравнения в системе, получим координаты точки Е:

$$X=60, Y=30$$

Решив системы уравнений графически, получим:



Определим градусные меры углов поворота моторов.

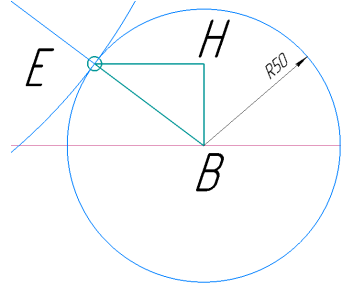
Олимпиада «Ломоносов» по Робототехнике. Очный этап.
11 классы. 2024–2025 уч. г

Для первого мотора угол поворота равен

$$q_1 = 180^\circ.$$

Определим градусную меру q_2 второго мотора.

Сделаем рисунок, обозначим на нем точку Н, которая будет находится на вертикальной оси b . Точка Н имеет ту же координату по оси ОХ, что точка В, и ту же координату по оси ОУ, что и точка Е, то есть Н(100;30):



Угол ЕНВ - прямой, треугольник ЕНВ - прямоугольный.

НВ = 30 мм, ЕН = 40 мм, ВЕ = 50 мм

$$\sin \angle HBE = \frac{EH}{BE} = 0,8$$

$$q_2 = \angle HBE = \arcsin(0,8) = 53,130... \approx 53^\circ$$

Ответ: $q_1=180^\circ$, $q_2=53^\circ$

№ п/п	Критерий	Баллы
Q₁		
1.1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (180°)	5
1.2	Приведён только верный ответ (180°)	3
1.3	Приведено полное решение. Решение верное по сути, но содержит в себе одну ошибку	2
1.4	В остальных случаях	0
Q₂		
2.1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (53°)	5
2.2	Приведён только верный ответ (53°)	3
2.3	Приведено полное решение. Решение верное по сути, но содержит в себе одну ошибку	2
2.4	В остальных случаях	0