



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносова по робототехнике
наименование олимпиады

по робототехнике
профиль олимпиады

Орлова Максим Денисович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

« 22 » марта 2025 года

Подпись участника

N1

0000 1010 1111 1100
число 9 разрядов

числа $\Sigma = 50$

5 5 10 10 10 10 10 10 10
5 5 10 10 10 10 10 10 10

1) $100001010_2 = 2_{10} + 8_{10} = 10_{10}$

2) среди первых 8 бит 2 единицы $\Rightarrow$ число единиц четное $\Rightarrow 8_{10} = 0$
3) с 87 по 82 6 единиц $\Rightarrow$ число единиц четное $\Rightarrow 8_{10} = 0$

4) действия одинаковы и по таблице 111 $\Rightarrow$ это возвести в квадрат

5) $10_{10}^2 = 100_{10}$

$100_{10}^2 = 10000_{10}$

6)
$$\begin{array}{r} 10000 \overline{) 2} \\ 10000 \overline{) 5000} \\ \underline{0} \quad 1000 \overline{) 2500} \\ \underline{0} \quad 2500 \overline{) 1250} \\ \underline{0} \quad 1250 \overline{) 625} \\ \underline{0} \quad 625 \overline{) 312} \\ \underline{0} \quad 312 \overline{) 156} \\ \underline{0} \quad 156 \overline{) 78} \\ \underline{0} \quad 78 \overline{) 39} \\ \underline{0} \quad 39 \overline{) 19} \\ \underline{0} \quad 19 \overline{) 9} \\ \underline{0} \quad 9 \overline{) 4} \\ \underline{0} \quad 4 \overline{) 2} \\ \underline{0} \quad 2 \overline{) 1} \end{array}$$

$10000_{10} = 10011100010000_2$

2) Полученное число больше 1 кило (8 бит) $\Rightarrow$ передать в младших бит

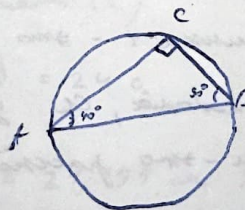
Ответ: 00010000_2 - передать успешно

N2

Дано:

AB - диаметр

$\angle A = \angle B - 10^\circ$



1) По свойству окружности угол ($\angle C$) опущенный на дугу этой окружности от диаметра (AB) равен $90^\circ \Rightarrow \angle C = 90^\circ$

2) Сумма углов треугольника равна $180^\circ \Rightarrow \angle A + \angle C + \angle B = 180^\circ$

3) Пусть $\angle A = x$ тогда $\angle B = x + 10$

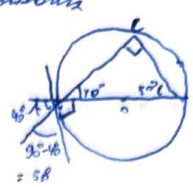
$x + (x + 10) + 90 = 180$

$2x = 80$

$x = 40 \Rightarrow \angle A = 40^\circ$ и $\angle B = 50^\circ$

4) Для минимального суммарного угла поворота необходимо стартовать из минимального угла $\Rightarrow$ это угол A

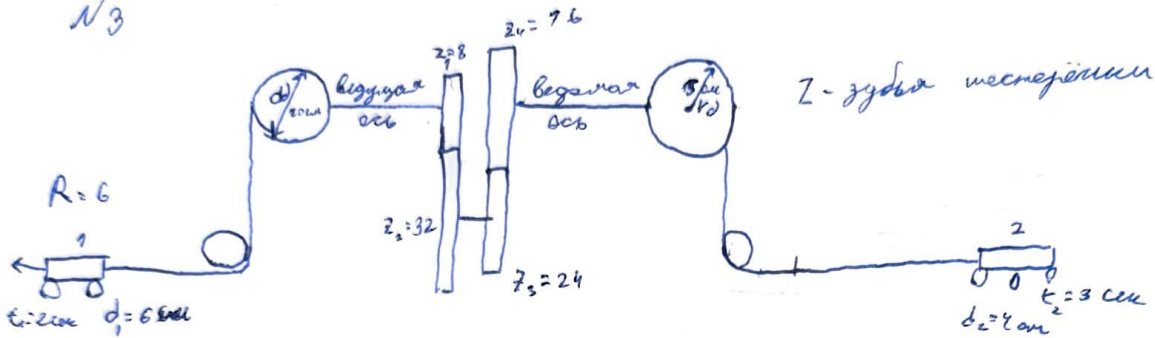
В данном случае минимальный угол φ равен:
при движении $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow O$
 $\varphi = (180 - 30) + (180 - 90) + (90 - 40) + 360^\circ = 630^\circ$



вся окружность повернется на 360°

Ответ: $\varphi = 630^\circ$

N3



Дано:

R - передаточное отношение - 6

$d_1 = 6 \text{ см}$ (диаметр колеса 1 шестни)

$d_2 = 4 \text{ см}$ (диаметр колеса 2 шестни)

$d_3 = 20 \text{ см}$ (диаметр ведущего барабана)

$d_4 = 15 \text{ см}$ (радиус ведомого барабана)

$Z_1 = 8$

$Z_2 = 32$

$Z_3 = 24$

$Z_4 = 16$

$\pi \approx 3,14$

$t_1 = 2 \text{ сек}$ - время за которое мотор на 1 минимуме делает оборот
 $t_2 = 3 \text{ сек}$ - время за которое колесо одна карта на машинке 2

1) Так как шестни неразмечены считаем, что это расстояние на которое проехала машинка 1 - это длина веревки соединяющей с ведущим барабаном, а длина машинки на ведомом барабан веревки - это расстояние на которое проехала машинка 2.

2) Так как шестни намотаны на барабаны в 1 шест и они тонкие, то принимаем для радиус и диаметр барабанов постоянными

3) Рассчитаем передаточное значение (R_2) двухступенчатой передачи

$$R_2 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{32}{8} \cdot \frac{16}{24} = 4 \cdot \frac{2}{3} = \frac{8}{3}$$

4) Рассчитаем скорость 1 шестни (v_1)

$$v_1 = \frac{1}{t_1} \cdot R \cdot \pi d_1 = 0,5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 6 \cdot 3,14 = 1,57 \text{ см/с}$$

7) Рассчитаем на какой угол поворачивается ведущий барабан за 1 секунду. (φ_1)

$$\varphi_1 = \frac{\pi d_0}{\pi d_1} \cdot \frac{v_1}{\pi d_0} \cdot 360 = \frac{1,57}{20,314} \cdot 360 = 9^\circ$$

6) Рассчитаем на какой угол поворачивается ведомый барабан за 1 секунду (φ_2)

$$\varphi_2 = \varphi_1 \cdot \frac{1}{R_2} = 9 \cdot \frac{3}{8} = 3,375^\circ$$

3) Рассчитаем скорость ленты (v_2)

$$v_2 = \frac{\varphi_2}{360} \cdot 2\pi r d = \frac{3,375}{360} \cdot 2 \cdot 15 \cdot 3,14 = 0,883125 \text{ см/с}$$

8) Определим на какой угол повернется барабан за 1 минуту ($\angle$)

$$\angle = \varphi_1 \cdot 60 = 9 \cdot 60 = 540^\circ$$

9) Так как капля падает перпендикулярно, считаем, что место касания на ленте - это место где произошла ^{или} падение капли. В момент начала касания. $\Rightarrow$ расстояние между каплями (S) равно расстоянию, которое проехала лента за время между падениями (t)

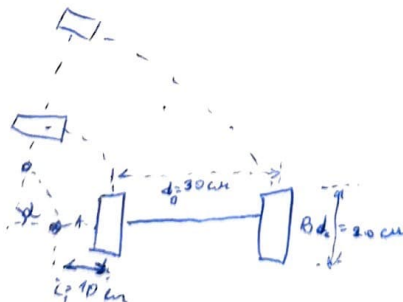
$$t = (11-3) \cdot 3 = 8 \cdot 3 = 24 \text{ с.}$$

$$S = v_2 \cdot t = 0,883125 \cdot 24 = 21,195 \text{ см} \approx 21,2 \text{ см}$$

Ответ: 1) $\angle = 540^\circ$
 $S = 21,2 \text{ см}$

ИЧ

Дано:
 $l_1 = 70 \text{ см}$
 $d_0 = 30 \text{ см}$
 $d_k = 20 \text{ см}$
 $\angle a = 30^\circ$
 $\angle B = 90^\circ$
 $\pi = 3,14$



капса подается направлено к мотору $\Rightarrow$ угол поворота ленты равен углу поворота колеса

1) рассчитаем расстояние ^{чистовые} на которое проехали колеса (l_a, l_b)

$$l_a = \frac{\alpha_a}{360} \cdot \pi d_k = \frac{30}{360} \cdot 3,14 \cdot \frac{5}{2} = \frac{15,7}{3} \text{ см}$$

$$l_b = \frac{\alpha_b}{360} \cdot \pi d_k = \frac{90}{360} \cdot 3,14 \cdot 20 = 15,7 \text{ см}$$

2) Колеса проехали одинаковое по углу (α) расстояние по радиусу окружностей

r_a - радиус окружности колеса А

$r_b = r_a + d_0$ (радиус окружности колеса В)

$$\begin{cases} \alpha = \frac{l_a}{2\pi r_a} \cdot 360 \\ \alpha = \frac{l_b}{2\pi(r_a + d_0)} \cdot 360 \end{cases} \Rightarrow \frac{l_a}{2\pi r_a} \cdot 360 = \frac{l_b}{2\pi(r_a + d_0)} \cdot 360 \Rightarrow \frac{l_a}{r_a} = \frac{l_b}{r_a + d_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l_a (r_a + d_0) = r_a l_b \Rightarrow r_a l_a + r_a d_0 = d_0 l_a \Rightarrow 15,7 r_a - \frac{15,7}{3} r_a = 30 \cdot \frac{15,7}{3}$$

$$\frac{3,14 r_a}{3} = 30 \cdot \frac{15,7}{3}$$

$$3,14 r_a = 47,1$$

$$r_a = 15 \text{ см}$$

$$r_b = 45 \text{ см}$$

$$\alpha = \frac{\frac{15,7}{3}}{2 \cdot 3,14 \cdot 15} \cdot 360 = 20^\circ$$



Радиус окружности начерченной маркером $r_n = r_a - d_0 = 5 \text{ см}$

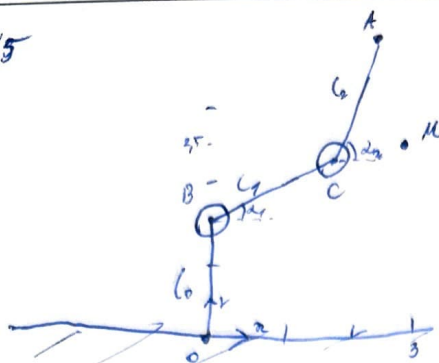
l_n - длина линии начерченной маркером

$$l_n = \frac{\alpha}{360} \cdot 2\pi r_n = \frac{20}{360} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 1,74 \text{ см} \approx 2 \text{ см}$$

Ответ: 1) $\alpha = 20^\circ$

2) $l_n = 2 \text{ см}$

N5



Дано:

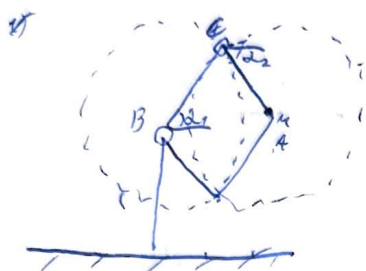
$$l_0 = 16 \text{ см}$$

$$l_1 = 22 \text{ см}$$

$$l_2 = 31 \text{ см}$$

$$M(30; 25; 0) \text{ см}$$

числовых



Рассмотрим треугольник ABC

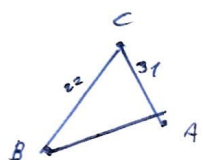
$$A=M$$

$$B(0; 16; 0) \text{ см}$$

$$A(30; 25; 0) \text{ см}$$

$$BC = 22 \text{ см}$$

$$CA = 31 \text{ см}$$



$$BA = \sqrt{(B_x - A_x)^2 + (B_y - A_y)^2} = \sqrt{900 + 81} = \sqrt{981} =$$

Найдем координаты точки C

Представим координаты как две окружности с центрами в точках B и A

тогда их уравнения:

$$\begin{cases} (x - B_x)^2 + (y - B_y)^2 = l_1^2 \\ (x - A_x)^2 + (y - A_y)^2 = l_2^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x^2 - 2xB_x + B_x^2 + y^2 - 2yB_y + B_y^2 = l_1^2 \\ x^2 - 2xA_x + A_x^2 + y^2 - 2yA_y + A_y^2 = l_2^2 \end{cases}$$

вычтем первую функцию из второй функции:

$$2x(B_x - A_x) - B_x^2 + A_x^2 + 2y(B_y - A_y) - B_y^2 + A_y^2 = l_2^2 - l_1^2$$

$$2x(B_x - A_x) - B_x^2 + A_x^2 + 2y(B_y - A_y) - B_y^2 + A_y^2 = l_2^2 - l_1^2$$

выразим x

$$x = \frac{l_2^2 - l_1^2 + B_x^2 - A_x^2 + B_y^2 - A_y^2 - 2y(B_y - A_y)}{2(B_x - A_x)} = \frac{-792 + 18y}{-60}$$

подставим π в первую функцию

$$\left(\frac{-392 + 18\gamma}{-60} - 0\right)^2 + (\gamma - 16)^2 = 22^2$$

$$\frac{18^2 \gamma^2 - 18 \cdot 2 \cdot 392 \gamma + 392^2}{3600} + \gamma^2 - 32\gamma + 16^2 = 22^2$$

$$324\gamma^2 - 28512\gamma + 627264 + 3600\gamma^2 - 115200\gamma + 921600 - 1742400 = 0$$

$$3924\gamma^2 - 143712\gamma - 193536 = 0 \quad :9$$

$$436\gamma^2 - 15968\gamma - 21504 = 0$$

$$109\gamma^2 - 3992\gamma - 5376 = 0 \quad :4$$

$$27\gamma^2 - 998\gamma - 1344 = 0$$

$$\Delta = 1027 - 19144 - 4 \cdot 27 \cdot (-1344) = 11280000$$

$$\gamma = \frac{998 \pm \sqrt{11280000}}{2 \cdot 27} \Rightarrow \begin{cases} \gamma_1 = 36,96 \text{ м} \\ \gamma_2 = 21,56 \text{ м} \end{cases} \quad \gamma = \frac{3992 \pm \sqrt{11280000}}{2 \cdot 109} \Rightarrow \begin{cases} \gamma_1 = 37,92 \text{ м} \\ \gamma_2 = -13 \text{ м} \end{cases}$$

подставим найденные γ в первую функцию

$$(\pi)^2 + (37,92 - 16)^2 = 22^2$$

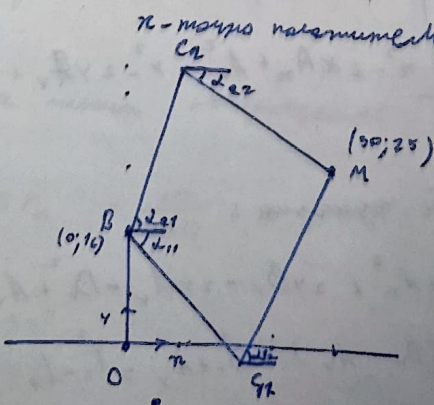
$$\pi^2 + 480,4864 = 484$$

$$\pi^2 = 3,5136$$

$$\pi^2 + (21,56 - 16)^2 = 22^2$$

$$\pi^2 = 484 - 299,29$$

$$\pi^2 = 184,71$$



$$\alpha_{11} = \arctan\left(\frac{C_y - B_y}{C_x - B_x}\right) = -51,8^\circ \approx -52^\circ$$

$$\alpha_{12} = \arctan\left(\frac{M_y - B_y}{M_x - B_x}\right) \approx 58^\circ$$

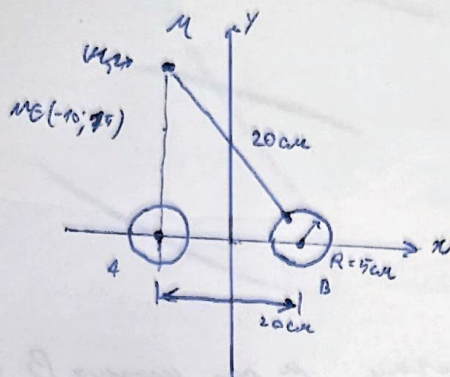
$$\alpha_{21} = \arctan\left(\frac{C_y - B_y}{C_x - B_x}\right) \approx 85^\circ$$

$$\alpha_{22} = \arctan\left(\frac{M_y - C_y}{M_x - C_x}\right) \approx -25^\circ$$

Ответ: первая $\begin{cases} \alpha_1 = 52^\circ \\ \alpha_2 = 58^\circ \end{cases}$
 вторая $\begin{cases} \alpha_1 = 85^\circ \\ \alpha_2 = -25^\circ \end{cases}$

N 6

числовых



$$A = (-10; 0) \text{ см}$$

$$B = (10; 0) \text{ см}$$

$$L = 20 \text{ см}$$

$$R = 5 \text{ см}$$

точка M находится над осью x вертикально?
 расстояние от точки M до которой L равно 15 см..
 В каком случае расстояние будет ^{минимальным} ~~минимальным~~ от 0° поворота
 до 180°, и при минимальном расстоянии в таком случае равно
 $L - R = 20 - 5 = 15 \text{ см}$ ^{тогда на таком расстоянии находится}
 точка M $\Rightarrow$ угол поворота ^(90°) ~~который~~ равен 180°

1) (не вписано с условием) под напором решение
 Зададим элементарности с точкой в точке B и радиусом R см
 с центром в M и радиусом L

$$\begin{cases} (x-1)^2 + (y)^2 = 25 \\ (x+10)^2 + (y-75)^2 = 400 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x^2 - 2x + 1 + y^2 = 25 \\ x^2 + 20x + 100 + y^2 - 30y + 225 = 400 \end{cases}$$

X вычитая первое из второго

$$22x + 99 - 30y + 225 = 375$$

выразим

$$x = \frac{51 + 30y}{22}$$

подставим x в первую функцию:

$$\left(\frac{51 + 30y - 22}{22} \right)^2 + y^2 = 25 \Rightarrow \frac{900y^2 + 58y + 841}{22} + y^2 - 25 = 0$$

$$\frac{900x^2 + 58x + 841}{22} + y^2 - 25 = 0$$

$$922x^2 + 58x + 291 = 0$$

$$D = 58^2 - 4 \cdot 922 \cdot 291$$



2) рассчитать расстояние до точки и от центра В (L₁)

это

$$L_1 = \sqrt{(10^2 + 10)^2 + 15^2} = \sqrt{625} = 25 \text{ см}$$

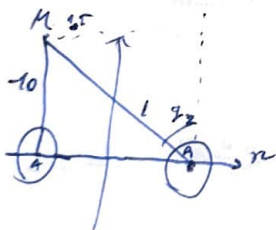
~~это - расстояние~~

значит, что 25 см это длина ^{рычага} ~~рычага~~ L и рычага R вместе = 2

т.е. $\Rightarrow L \parallel R$ и направлены в сторону точки М. $\Rightarrow q_2$ будет только в таком случае ^{расстояние 625 см} ~~возврат~~

$\Rightarrow q_2$ - угол поворота рычага В

$$q_2 = \arctg \left(\frac{M_x - B_x}{M_y - B_y} \right) \approx 53^\circ$$



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



чертежи

