

**МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2020–2021 УЧ. Г.**  
**ОЧНЫЙ ЭТАП. РОБОТОТЕХНИКА**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**  
**5–6 КЛАССЫ**

**Задача № 1 (5 баллов)**

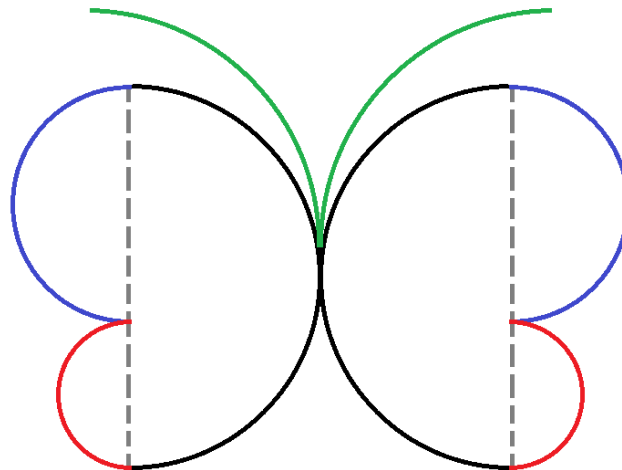
Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, радиус каждого из колёс робота равен 4 см. Левым колесом управляет мотор **А**, правым колесом управляет мотор **В**. Колёса напрямую подсоединены к моторам.

Робот подъехал к перекрёстку и повернулся на месте на  $180^\circ$ . Расстояние между центрами колёс (ширина колеи) робота равно 16 см. Примите  $\pi \approx 3$ .

Определите, какое расстояние проехало колесо, подключённое к мотору **А**, при повороте робота на месте. Ответ дайте в сантиметрах. Приведите подробное обоснование Вашего ответа.

**Задача № 2 (10 баллов)**

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



*Траектория*

Данное изображение (траектория) составлено из трёх пар полуокружностей и двух равных четвертей окружности. Полуокружности в парах равны.

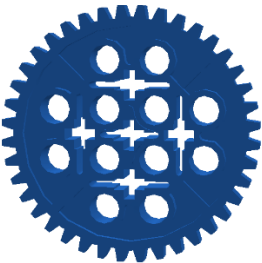


Диаметр меньшей полуокружности равен 1 м, радиус средней полуокружности в 2 раза больше радиуса меньшей полуокружности. Диаметр четверти окружности на треть больше диаметра большой полуокружности.

Определите, чему равна длина траектории. При расчётах примите  $\pi \approx 3$ . Ответ дайте в метрах, при необходимости округлив результат до целых. Приведите подробное решение данной задачи.

**Задача № 3 (10 баллов)**

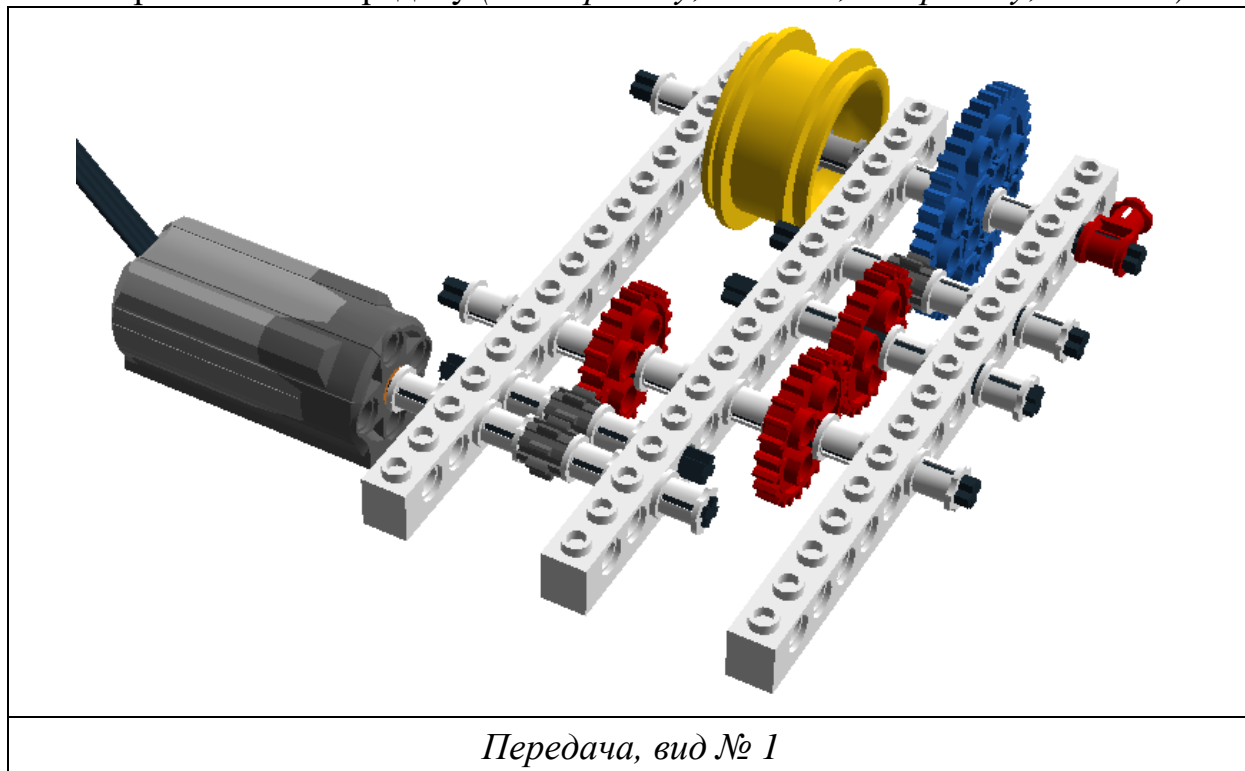
На робототехническом полигоне расположена заслонка. Чтобы поднимать её автоматически, Катя решила собрать специальный механизм.

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

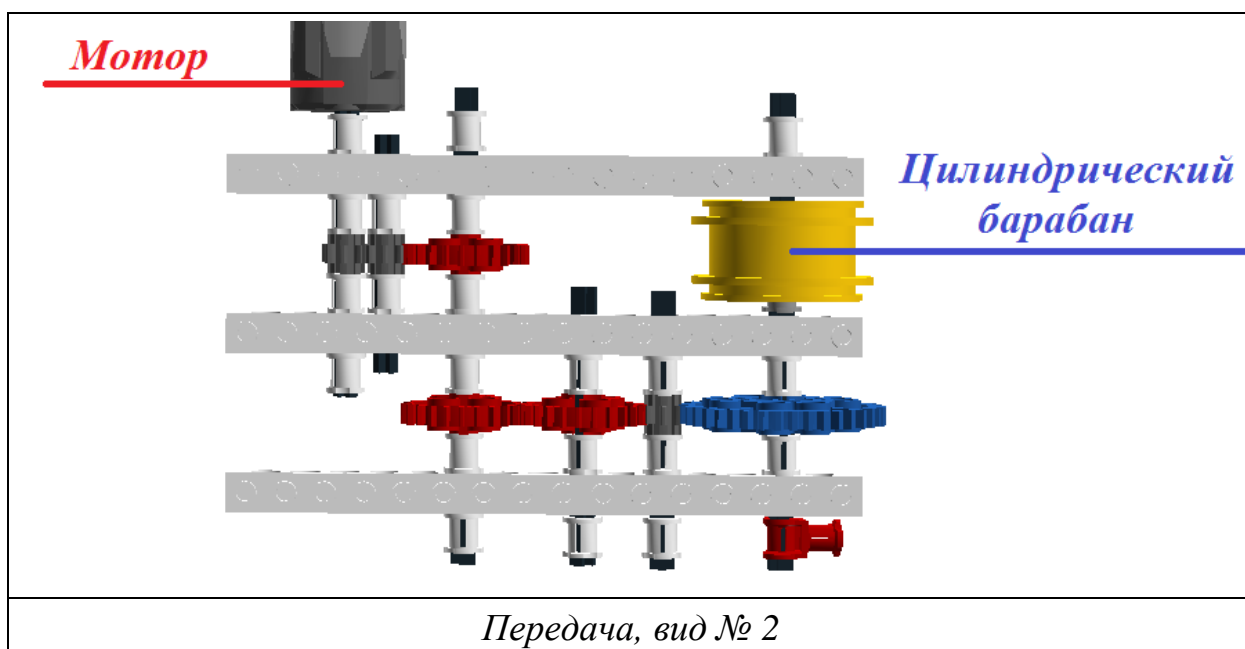
№ п/п	Внешний вид	Количество зубьев
1		40
2		24
3		8

*Таблица шестерёнок*

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



*Передача, вид № 1*



К цилиндрическому барабану Катя прикрепila длинную тонкую прочную нерастяжимую нить, другой конец которой она прикрепila к заслонке. Собранный механизм Катя разместила прямо над заслонкой.

Высота робота чуть меньше 27 см. Заслонка представляет собой квадрат со стороной 18 см. Диаметр барабана равен 30 мм. При расчётах примите  $\pi \approx 3$ . В начальный момент времени заслонка, вися на нити, касается нижним краем полигона. Считайте, что нить наматывается на барабан равномерно в один слой.

Катя запускает программу, и ось мотора начинает вращаться. Каждую минуту ведущая ось совершает 10 оборотов.

Через сколько секунд мотор поднимет заслонку на минимальную высоту, достаточную, чтобы робот мог проехать под ней, не коснувшись? Приведите подробное решение данной задачи.

#### **Задача № 4 (10 баллов)**

На одном из этапов трассы робот должен проехать по транспортёрной ленте до кольца в конце конвейера, развернуться и вернуться в начало этапа по той же транспортёрной ленте.

Первоначально конвейер выключен. Робота запускают в начале конвейера, линия старта обозначена синей изолентой. Робот стартует в тот момент, когда включают конвейер, при этом направления движения транспортёрной ленты и робота совпадают.

Скорость транспортёрной ленты равна 5 см/с. Относительно неё робот движется со скоростью 150 дм/мин. Длина конвейера равна 9 м. При расчётах временем на разворот робота можно пренебречь.

На обратном пути робот снова проехал через полосу синей изоленты. Определите, на каком расстоянии от начала конвейера это произошло. Ответ дайте в метрах. Приведите подробное решение данной задачи.

**Задача № 5 (15 баллов)**

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, диаметр каждого из колёс робота равен 5 см. Левым колесом управляет мотор **A**, правым колесом управляет мотор **B**. Колёса напрямую подсоединены к моторам. Посередине между колёс робота закреплена кисть. Из-за особенностей крепления кисти робот не может ехать назад.

Робот с помощью кисти начертил квадрат. За время проездов по сторонам квадрата каждая из осей моторов робота повернулась на  $10080^\circ$  (Данная величина не учитывает повороты осей при развороте робота).

Расстояние между центрами колёс робота равно 12 см. При расчётах примите  $\pi \approx 3$ .

Посчитайте площадь квадрата, который начертил робот. Ответ дайте в квадратных сантиметрах. Приведите подробное решение данной задачи.

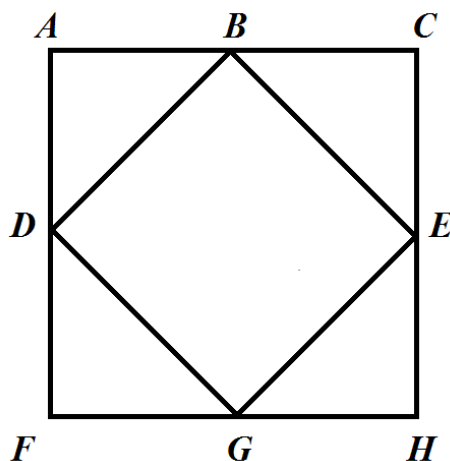
**МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2020 – 2021 УЧ. Г.**  
**ОЧНЫЙ ЭТАП. РОБОТОТЕХНИКА**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**  
**7–8 КЛАССЫ**

**Задача № 1 (5 баллов)**

Почему на соревнованиях робототехнические полигоны стараются разместить подальше от окон и других источников естественного освещения? Приведите подробный ответ на вопрос.

**Задача № 2 (10 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 квадрат, середины соседних сторон которого соединены между собой.  $AC = 4$  м. Примите  $\pi \approx 3,14$ .

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, расстояние между центрами колёс (ширина колеи) составляет 18 см, диаметр колеса робота 6 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.

Укажите **не менее двух** вариантов проезда всей траектории, при которых суммарный угол поворота робота будет **меньше  $650^\circ$** . Также для каждой из приведённых Вами траекторий укажите суммарный угол поворота робота. Например  **$A-B-C-D-E-F-G-H$ ,  $120^\circ$** .

Под суммарным углом поворота понимается сумма величин углов поворотов, при этом направление поворотов робота не учитывается. Стартовать робот может только в вершине **A** или в вершине **B**.

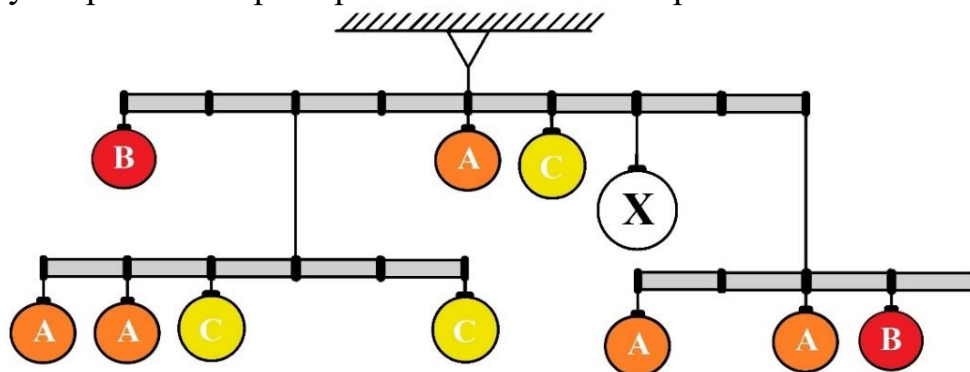
Робот должен проехать по каждому отрезку траектории ровно по одному разу. Если робот не поворачивает в вершине, а просто проезжает через неё, то указывать данную вершину в ответе не нужно.

Прямой и обратный порядок посещения вершин считается за один вариант, то есть варианты  **$A-B-C-D-E-F-G-H$**  и  **$H-G-F-E-D-C-B-A$**  считаются за один вариант.

Приведите подробное решение задачи.

### Задача № 3 (10 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 подвесила получившийся объект на прочной струне к потолку. Через некоторое время балки заняли горизонтальное положение.



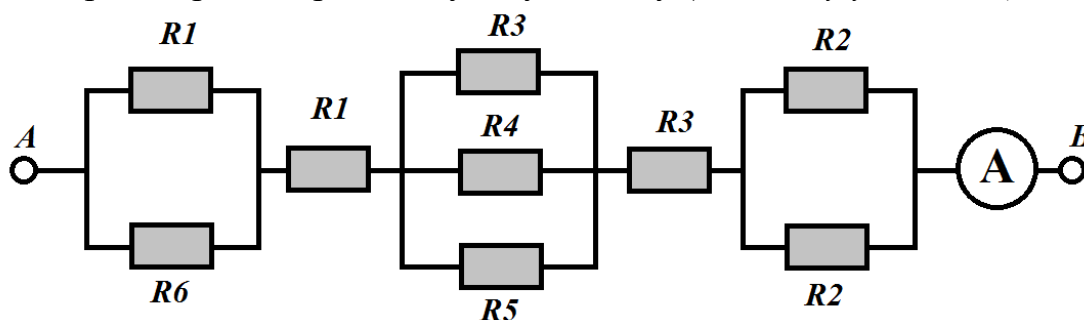
*Схема украшения*

Для создания украшения Оля использовала несколько видов шариков. Шарик, обозначенный на схеме одинаковыми буквами, имеют равные массы. Суммарная масса шариков, использованных Олей при создании данного украшения, равно 590 г.

При решении считайте, что балки невесомые и нерастяжимые. Определите, чему равна масса шариков *A*, *B*, *C* и *X*. Ответ дайте в граммах. Приведите подробное решение задачи.

### Задача № 4 (10 баллов)

Миша собрал из резисторов следующую схему (см. *схему участка цепи AB*).



*Схема участка цепи AB*

№	Обозначение	Номинал (Ом)
1	R1	30
2	R2	25
3	R3	20
4	R4	15
5	R5	60
6	R6	70

Определите, какое напряжение подано на участок цепи *AB*, если через амперметр протекает ток в 5 А. Ответ дайте в вольтах. Приведите подробное решение задачи.

**Задача № 5 (15 баллов)**

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, диаметр каждого из колёс робота равен 7 см. Левым колесом управляет мотор *A*, правым колесом управляет мотор *B*. Колёса напрямую подсоединены к моторам. Посередине между колёс робота закреплена кисть. Из-за особенностей крепления кисти робот не может ехать назад.

Робот с помощью кисти начертил прямоугольник. В трёх вершинах прямоугольника робот повернулся на  $90^\circ$ . Все повороты робот совершал на месте, вращая колёса с одинаковой скоростью в противоположных направлениях.

За время проездов по сторонам прямоугольника каждая из осей моторов робота повернулась на  $28\,800^\circ$  (Данная величина не учитывает повороты осей при развороте робота).

Известно, что длина прямоугольника в 3 раза больше его ширины.

Расстояние между центрами колёс (ширина колеи) робота равно 15 см, масса робота равна 1,5 кг. При расчётах примите  $\pi \approx 3$ .

Посчитайте площадь прямоугольника, который начертил робот. Ответ дайте в квадратных дециметрах. Приведите подробное решение задачи.

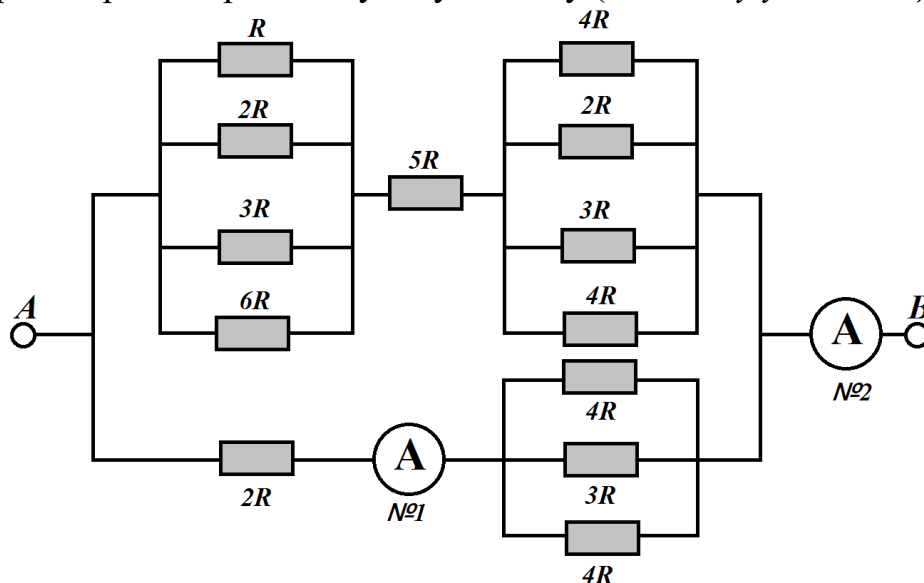
**МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2020 – 2021 УЧ. Г.**  
**ОЧНЫЙ ЭТАП. РОБОТОТЕХНИКА**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**  
**9 КЛАСС**

**Задача № 1 (5 баллов)**

Зачем нужно проводить калибровку датчиков цвета, работающих в режиме яркости отражённого света, на полигоне перед попыткой? Как это делают? Дайте подробный ответ.

**Задача № 2 (10 баллов)**

Миша собрал из резисторов следующую схему (см. схему участка цепи  $AB$ ).



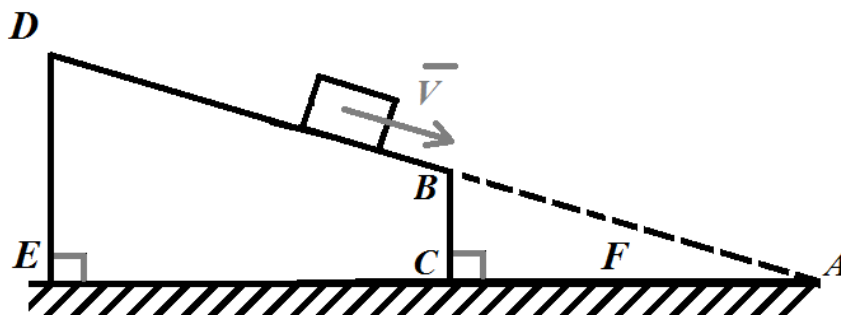
*Схема участка цепи  $AB$*

Известно, что номиналы всех резисторов, которые взял Миша для сборки, кратны одному числу.

Определите, какой ток зафиксирует амперметр № 2, если через амперметр № 1 протекает ток в 5 кА. Ответ дайте в амперах. Приведите подробное решение данной задачи.

**Задача №3 (15 баллов)**

Робота на гусеницах с выключенными двигателями поставили на верх усечённого клина в точку  $D$  и включили (см. схему полигона).



*Схема полигона*

Усечённый клин представляет собой наклонную плоскость, от которой отрезали низкую часть. Известно, что  $\angle EAD = 30^\circ$ ,  $EC = 2\sqrt{3}$  м,  $ED = 4$  м.



Робот с нулевой начальной скоростью начинает двигаться с постоянным ускорением. Достигнув точки *B*, робот «спрыгивает» с усечённого клина. Коэффициент трения скольжения гусениц робота по поверхности наклонной плоскости равен 0,3. Сила тяги, развиваемая моторами робота, равна 40 Н. Ускорение свободного падения примите  $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивлением воздуха пренебрегите. Масса робота равна 2 кг.

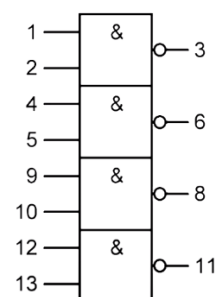
Определите, как далеко от наклонной плоскости приземлится робот (*CF*).  
Ответ дайте в дециметрах, округлив результат до целых. Приведите подробное решение данной задачи.

#### Задача № 4 (10 баллов)

Микросхемы – это электронные схемы, заключенные в небольшой корпус, которые могут обладать сложным функционалом. Рассмотрим пример микросхемы, реализующей логическую операцию И-НЕ.

	<i>X1</i>	<i>X2</i>	<i>Y</i>
	0	0	1
	0	1	1
	1	0	1
	1	1	0

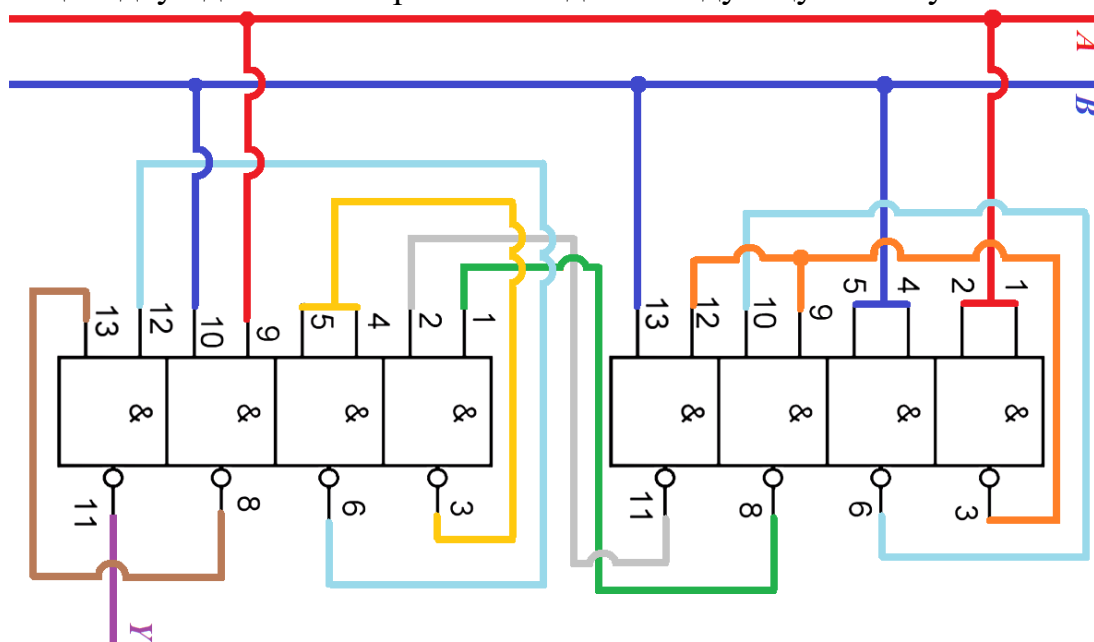
Таблица истинности И-НЕ



Условное графическое обозначение микросхемы

Данная микросхема представляет собой объединение четырёх логических элементов И-НЕ с двумя входами каждый. Например, если подать определённое напряжение на входы («ножки») № 4 и № 5, то на выходе № 6 будет результат логической операции И-НЕ, выполненной для входов № 4 и № 5.

С помощью двух данных микросхем создали следующую схему:



Обратите внимание на условные обозначения на схеме:

	
<i>Два провода не пересекаются</i>	<i>Провода соединены между собой (по ним идёт одинаковый сигнал)</i>

Условные обозначения для логических операций (логических связок):

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

Определите, какой функцией  $Y$  задаётся логическая функция, реализация которой показана на данной принципиальной схеме. Упростите полученную логическую функцию. Приведите подробное решение данной задачи.

### Задача № 5 (10 баллов)

Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, диаметр каждого из колёс робота равен 6 см. Левым колесом управляет мотор  $A$ , правым колесом управляет мотор  $B$ . Колёса напрямую подсоединены к моторам. Посередине между колёс робота закреплена кисть. Из-за особенностей крепления кисти робот не может ехать назад.

Робот с помощью кисти начертил квадрат. В трёх вершинах квадрата робот повернулся на угол, дополняющий угол квадрата до  $180^\circ$ . Все повороты робот совершал на месте, вращая колёса с одинаковой скоростью в противоположных направлениях.

После того как робот закончил наносить изображение, выяснилось, что ось мотора  $A$  повернулась на  $22\,500^\circ$ , а ось мотора  $B$  – на  $20\,700^\circ$ . Если робот вращает колёсами в том же направлении, что и до этого, то угол поворота оси растёт, а если в противоположном – то уменьшается.

Расстояние между центрами колёс (ширина колеи) робота равно 20 см, масса робота равна 1 кг. При расчётах примите  $\pi \approx 3,14$ .

Определите площадь квадрата, который начертил робот. Ответ дайте в квадратных дециметрах, округлив результат до целых. Приведите подробное решение данной задачи.

**МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2020 – 2021 УЧ. Г.**  
**ОЧНЫЙ ЭТАП. РОБОТОТЕХНИКА**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**  
**10–11 КЛАССЫ**

**Задача № 1 (5 баллов)**

Если расположить прямоугольный параллелепипед из пластиковых кубиков прямо напротив ультразвукового датчика расстояния (см. *схему*), то ультразвуковой датчик определяет, что до параллелепипеда 15 см.

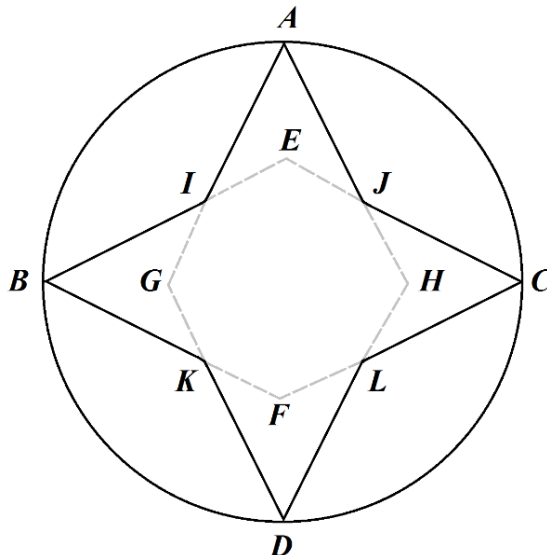


*Схема*

Если теперь повернуть параллелепипед на  $45^\circ$  вокруг вертикальной оси, то ультразвуковой датчик определяет, что ближайший объект находится на расстоянии 255 см. Объясните, почему так происходит. Дайте подробный ответ.

**Задача № 2 (10 баллов)**

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



*Траектория*

Данное изображение (четырёхлучевая звезда) составлено из двух равных ромбов, один из которых повернут относительно другого на  $90^\circ$  вокруг точки пересечения диагоналей. Вершины  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  лежат на окружности, радиус которой равен 2 м. Острые углы ромбов равны  $60^\circ$ .

Определите, чему равна длина траектории. При расчётах примите  $\pi \approx 3,14$ . Ответ дайте в дециметрах, округлив результат до целых. Приведите подробное решение данной задачи.

### Задача № 3 (15 баллов)

Робота на гусеницах с выключенными моторами поставили на наклонную плоскость в точку  $A$  и включили его. Робот начал подниматься по наклонной плоскости с постоянным ускорением. После того как робот достигнет точки  $B$ , он «спрыгнет» с наклонной плоскости (см. схему полигона).

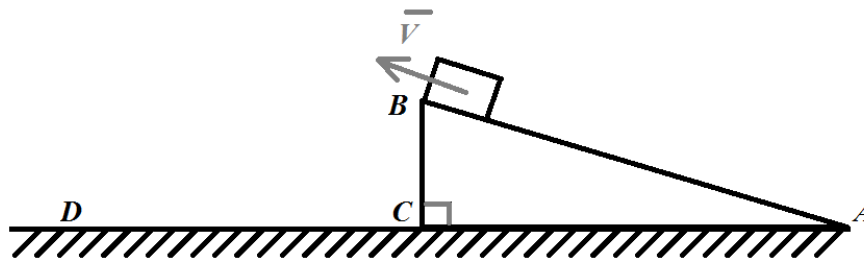


Схема полигона

Угол наклона плоскости к горизонту  $\angle BAC = 30^\circ$ , длина основания наклонной плоскости  $AC = \sqrt{3}$  м. Коэффициент трения скольжения гусениц по поверхности наклонной плоскости равен 0,2. Масса робота равна 3 кг. Сила тяги, развиваемая моторами робота, равна 30 Н.

Считайте, что мощность робота не ограничивает время движения, сопротивлением воздуха можно пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

Определите, как далеко от наклонной плоскости приземлится робот ( $CD$ ). Ответ дайте в дециметрах, округлив результат до целых. Приведите подробное решение данной задачи.

### Задача № 4 (10 баллов)

Миша собрал следующую схему (см. схему цепи).

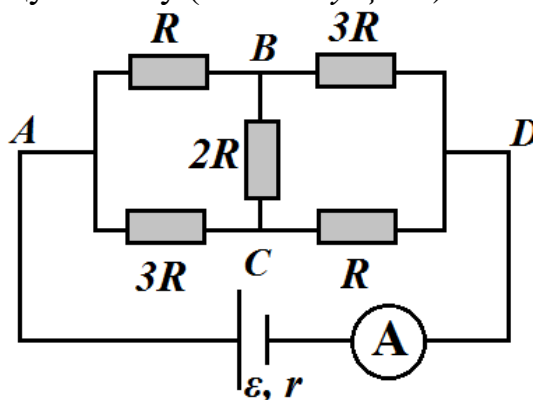


Схема цепи

Амперметр зафиксировал ток номиналом 5 А. ЭДС источника равна 40 В, внутреннее сопротивление источника  $r$  равно 1 Ом.

Определите, чему равен номинал резистора, установленного на «мостике»  $BC$ , если измерения показали, что сила тока на участках цепи  $AB$  и  $CD$  одинаковая. Ответ дайте в омах, округлив результат при необходимости до целых. В ответ запишите только число.

**Задача № 5 (10 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. По середине между колёс робота закреплена кисть. Из-за особенностей крепления кисти робот не может ехать назад.

Робот с помощью кисти начертил прямоугольник. В трёх вершинах прямоугольника робот повернулся на угол, дополняющий угол прямоугольника до  $180^\circ$ . Все повороты робот совершал на месте, вращая колёса с одинаковой скоростью в противоположных направлениях.

Известно, что длина прямоугольника в 1,5 раза больше его ширины.

После того как робот закончил наносить изображение, выяснилось, что ось мотора **A** повернулись на  $12\,960^\circ$ , а ось мотора **B** – на  $14\,040^\circ$ . Если робот вращает колёсами в том же направлении, что и до этого, то угол поворота оси растёт, а если в противоположном – то уменьшается.

Расстояние между центрами колёс (ширина колеи) робота равно 18 см, масса робота равна 2 кг. При расчётах примите  $\pi \approx 3,14$ .

Посчитайте площадь прямоугольника, который начертил робот. Ответ дайте в квадратных дециметрах, округлив результат до целых. Приведите подробное решение данной задачи.