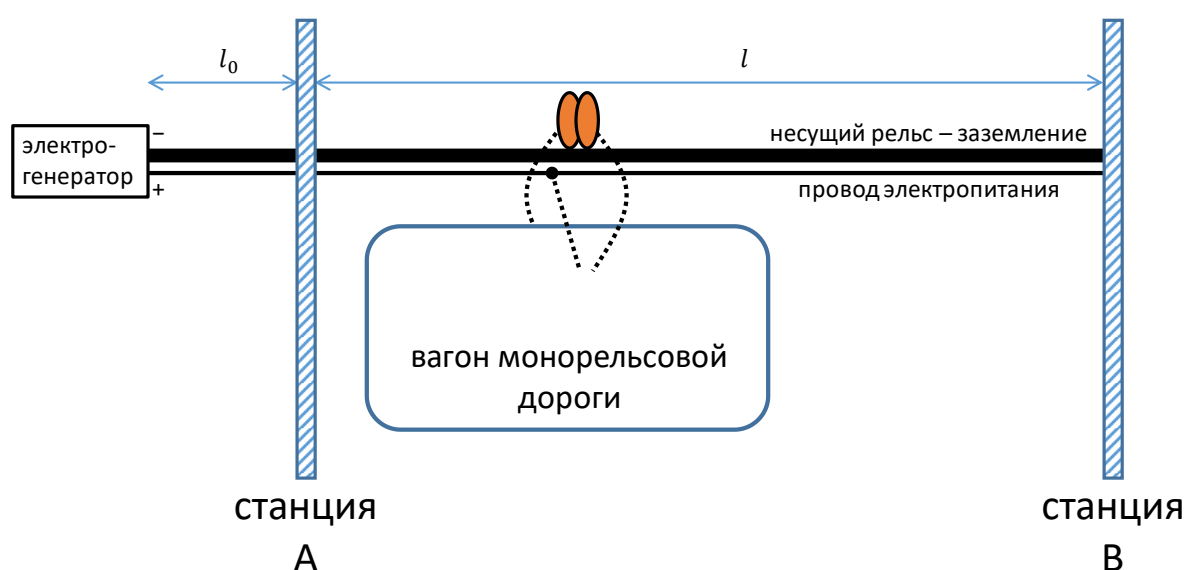


Теоретическая часть – 120 минут.
(Максимальное количество баллов – 60)

Задача 1 (Максимум – 15 баллов).

По монорельсу протяжённостью $l = 5000$ м от станции А до станции В с постоянной скоростью 20 км/ч практически без трения движется вагон массой $m = 2$ т. Вагон приводится в движение за счёт электрогенератора постоянного тока с напряжением 1200 В, расположенного на удалении $l_0 = 100$ м от точки А. Питание от генератора подводится по проводу с удельным сопротивлением $\rho = 1,68 \cdot 10^{-8}$ Ом·м и площадью поперечного сечения $S_c = 1$ см². Несущий рельс одновременно является заземляющим, электрическое сопротивление рельса и вагона много меньше сопротивления провода.



Вопросы:

1. В каких пределах меняется сопротивление цепи, подключённой к генератору, при движении вагона от станции А до станции В?
2. Какова средняя мощность генератора при движении от А до В?
3. Какое количество теплоты выделится во всей цепи в процессе движения от А до В?

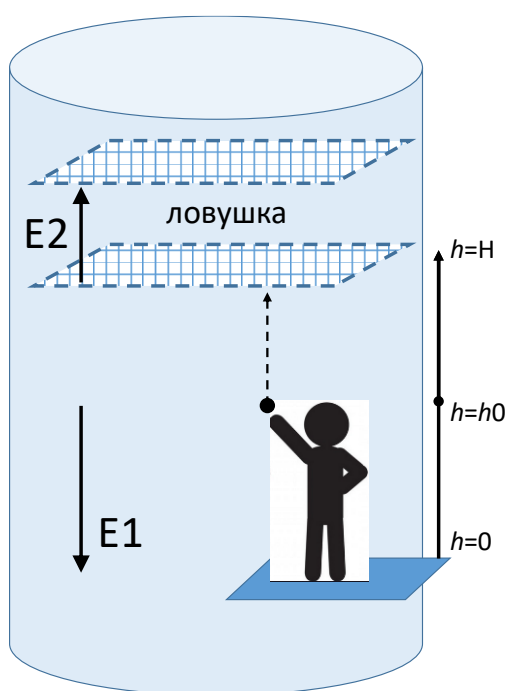
Нахождение каждого ответа должно сопровождаться подробной аргументацией. Участником должны быть приведены необходимые для объяснения логики решения рисунки, формулы, аналитические обоснования.

Задача 2 (Максимум – 15 баллов).

В свой выходной день группа ребят пришла поиграть в «электродинамической трубе», внутри которой создано равномерное электрическое поле напряжённости $E_1 = 10 \text{ В/м}$ с линиями поля, направленными вертикально вниз. В верхней части трубы на высоте $H = 5 \text{ м}$ сделана «ловушка» – область с полем $E_2 \gg E_1$, линии которого направлены вертикально вверх.

Для игры используются гладкие заряженные шарики (массы $m = 5 \text{ г}$ и заряда $q = 7 \text{ нКл}$). Цель игры состоит в том, чтобы подброшенный шарик застрял в ловушке.

Один из игроков взял один шарик и подбросил его вверх с высоты $h_0 = 1 \text{ м}$ с начальной вертикальной скоростью $v_0 = 3 \text{ м/с}$, но до ловушки не добросил.

**Вопросы:**

1. Найдите минимальную начальную скорость шарика v_{min} , достаточную, чтобы шарик долетел от уровня h_0 до границы ловушки.
2. Найдите напряжённость электрического поля E_2 , при которой заряд, достигнув высоты H , зависнет в ловушке.

Нахождение каждого ответа должно сопровождаться подробной аргументацией. Участником должны быть приведены необходимые для объяснения логики решения рисунки, формулы, аналитические обоснования.

Задача 3 (Максимум – 15 баллов).

В альтернативной неоднозначной реальности Фибоначчиева система счисления стала основной. В этой реальности Фибоначчиева система счисления (ФСС) — это позиционная система счисления с алфавитом, состоящим из двух цифр: 0 и 1, а ее базисом является последовательность чисел Фибоначчи 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ... ($f_0 = 0$ и $f_1 = 1$ в базис не включаются, стартовым числом базиса является $f_2 = 1$).

В ФСС, как и во всех позиционных системах счисления, «вес» каждого разряда определяется соответствующим элементом базиса этой системы. Например, $10011_{\text{fib}} = 1 \times 8 + 0 \times 5 + 0 \times 3 + 1 \times 2 + 1 \times 1 = 11_{10}$.

Представители альтернативной реальности не наложили дополнительных ограничений на ФСС, поэтому представление чисел в такой системе счисления оказывается неоднозначным.

Ученые исследуют особый артефакт, полученный из альтернативной неоднозначной реальности, позволяющий производить сложные вычисления в ФСС. Им необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Ученым необходимо понять алгоритм простых арифметических операций внутри артефакта. Для проведения простого эксперимента ученые складывают два значения 30_{10} и 3_{10} . Сколько различных вариантов пар чисел, над которыми производится операция сложения, существует при сложении в ФСС?
2. Ученые пытаются найти закономерности между полученными числами. Для расширения статистики найдите все возможные значения числа 40_{10} в используемой ФСС.
3. Судя по всему, сумма всех возможных представлений чисел в этой ФСС, которые меньше 1000_{fib} , имеет какое-то сакральное значение для жителей альтернативной неоднозначной реальности. Каково представление этой суммы в десятичной системе счисления?

Нахождение каждого ответа должно сопровождаться подробной аргументацией. Участником должны быть приведены необходимые для объяснения логики решения рисунки, формулы, аналитические обоснования.

Задача 4 (Максимум – 15 баллов).

По бокам священных ворот стоят два механических оракула. Чтобы пройти сквозь врата, нужно назвать натуральное число x . Если это число обратит в истину логическую функцию, заложенную хотя бы в одного из оракулов, то число попадёт в программу-контролёр, которая примет решение, открыть ли врата.

На стенах за оракулами и контролёром нарисованы письма, отвечающие логическим функциям. Вам удалось срисовать их. На рисунках отмечены вход (начало) и выход (конец) логических функций.

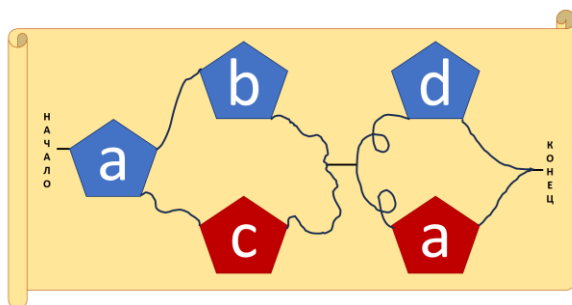


Рис.1. Левый Оракул

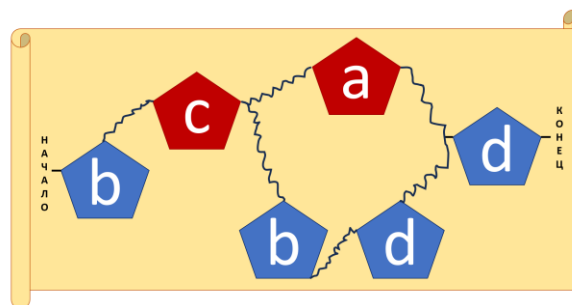


Рис.2. Правый Оракул

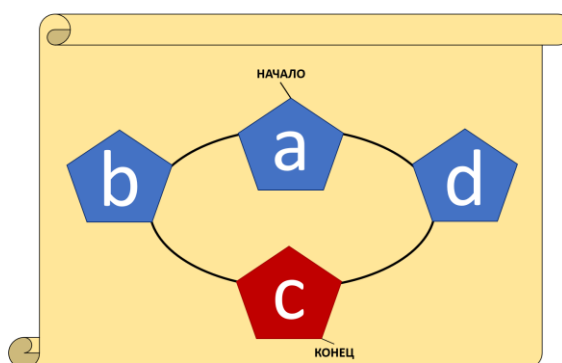


Рис.3. Контроллер

Условные обозначения:

$$a = \{x \text{ кратно } 11\}$$

$$b = \{x - \text{трёхзначное число в } 11\text{-ричной системе счисления}\}$$

$$c = \{x < 100\}$$

$$d = \{x - \text{нечётное}\}$$

Красный блок означает, что условие не должно выполняться.

Вопросы:

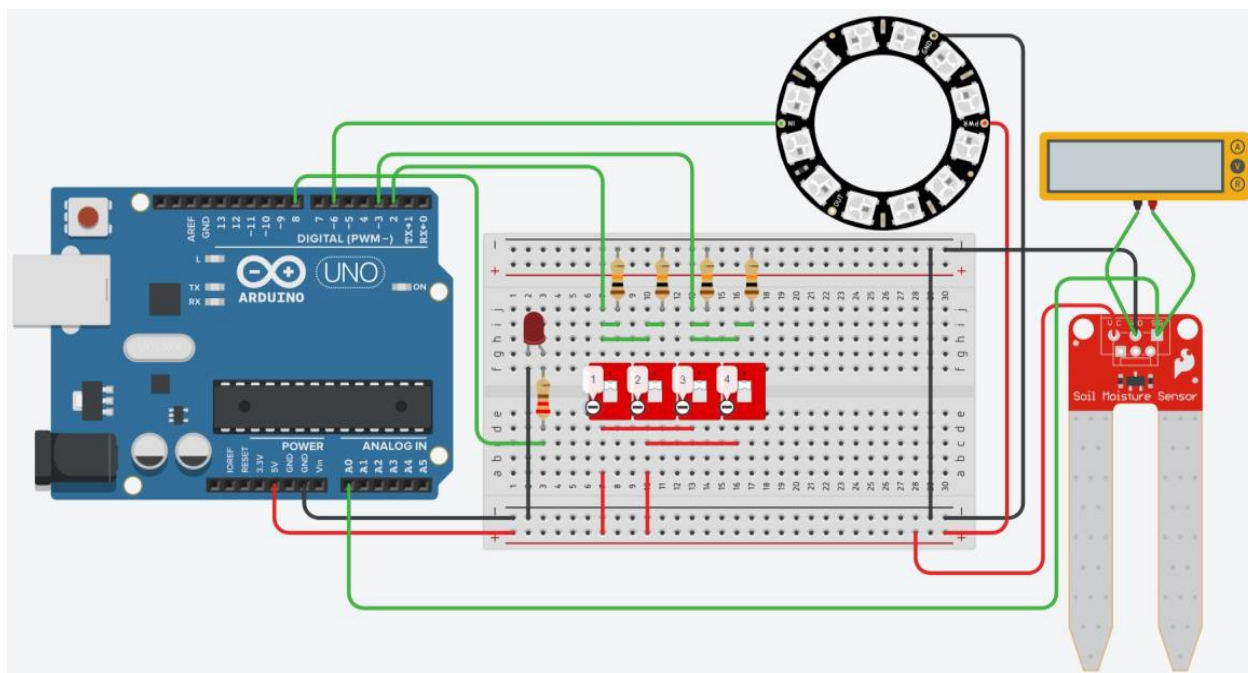
1. Какое минимальное число откроет ворота?
2. Сколько чисел в интервале (315, 430) откроют ворота? Укажите их количество и перечислите их.
3. С какой вероятностью наугад выбранное трёхзначное число откроет ворота? (округлите арифметически до тысячных).

Нахождение каждого ответа должно сопровождаться подробной аргументацией. Участником должны быть приведены необходимые для объяснения логики решения рисунки, формулы, аналитические обоснования.

Практическая часть – 120 минут.
(Максимальное количество баллов – 40)

Задача 5 (Максимум – 20 баллов).

После электромагнитной вспышки на солнце система контроля влажности и подсветки в оранжерее космического корабля вышла из строя. Инженерам удалось восстановить электрическую схему подключения всех компонентов. Однако программу управления они написать не смогли.



В эмуляторе Tinkercad для приведенной на рисунке выше схемы необходимо написать программу, которая выполнять следующие задачи:

1. Когда первый и второй переключатель выключены, значение датчика влажности обнуляется, красный светодиод включен, и светодиодное кольцо мигает синим с частотой 1 раз в секунду.
2. Когда включен хотя бы один из первых двух переключателей, то красный светодиод выключается, и сохраняются измерения датчика влажности.
3. Если значение с датчика влажности находится в диапазоне от 100 до 700 включительно, то светодиодное кольцо светится зеленым. Если оно выходит за эти пределы, то светодиодное кольцо мигает красным с частотой 2 раза в секунду.
4. Также необходимо вывести значение с вольтметра в монитор последовательного интерфейса, когда значения датчика влажности равны 100 и 700. Нужно вывести как само значение, так и единицы измерения.

Задача 6 (Максимум – 20 баллов).

Инженеры космического корабля в помощь космонавтам решили разработать систему определения наличия астероидов по курсу движения корабля.

Аппаратная часть системы состоит из платы Arduino UNO, ультразвукового дальномера HC-SR04, сервомотора, 5 светодиодов (красного, оранжевого, желтого, зеленого, синего) и двух dip переключателей.

Алгоритм работы программной части системы:

1. Когда первый dip переключатель выключен сервомотор не вращается и установлен на угол 90 градусов. Когда первый dip переключатель включен сервомотор вращается в диапазоне от 0 до 180 градусов с шагом 10 градусов.
2. Когда второй dip переключатель выключен, происходит простое считывание показаний ультразвукового датчика в массив длиной 30 элементов. Если сервомотор вращается, то считывание происходит на каждом шаге вращения сервомотора. Считывание значений происходит с задержкой в 50 миллисекунд. При заполнении массива новые значения перезаписывают старые, начиная с первого элемента массива.
3. Когда второй переключатель включен, данные перед записью в массив проходят проверку по следующему правилу: если новое значение отличается от предыдущего записанного значения больше чем на 5, то оно не записывается. Для первого значения, которое записывается в еще пустой массив, это правило не действует.
4. Считываемые значения необходимо вывести на светодиоды по следующему правилу:
 - a. если значение меньше 20, то включается только красный светодиод;
 - b. если значение в диапазоне от 20 до 50, то включается только оранжевый светодиод;
 - c. если значение в диапазоне от 50 до 100, то включается только желтый светодиод;
 - d. если значение в диапазоне от 100 до 150, то включается только зеленый светодиод;
 - e. если значение больше 150 включается только синий светодиод;
5. В последовательный интерфейс выводится среднее значения с датчика. При этом среднее значение вычисляется только после того, как в массиве будет более 5 значений.

В эмуляторе Tinkercad необходимо разработать аппаратную часть системы и программную часть системы, которая будет соответствовать предложенному выше алгоритму.