

Время выполнения заданий – 240 минут

Максимальное количество баллов - 100

Теоретическая часть (количество баллов – 60)

**Задача 1.**

(Максимум – 15 баллов).

В одном из методов лечения опухолей используется компактный кольцевой протонный ускоритель. Внутри ускорителя пучок протонов летает по кругу ускоряясь с каждым оборотом. За считанные секунды каждый протон проходит путь в несколько десятков тысяч километров.

Пусть конечная кинетическая энергия протона равна 334 кэВ ( $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ ), его начальная скорость равна  $8 \cdot 10^5 \text{ м/с}$ , масса  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ , заряд  $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ .

Дайте ответ в следующей форме (приведите решение):

- 1) скорость протона на выходе из ускорителя равна  $\_\_ \cdot 10^6 \text{ м/с}$  (округлите до целых);
- 2) полезная работа, совершенная протонным ускорителем, равна  $\_\_ \text{ кэВ}$  (округлите до целых);
- 3) конечный импульс протона равен  $\_\_ \cdot 10^{-21} \text{ кг}\cdot\text{м/с}$  (округлите до целых).

Ответ: 8; 31; 13

**Задача 2.**

(Максимум – 15 баллов).

Электрическая цепь, представленная на рисунке 1, состоит из 14 одинаковых резисторов с сопротивлением  $R = 1005 \text{ Ом}$ , ключа К и идеального источника постоянного напряжения. Сопротивление проводов в цепи пренебрежительно мало.

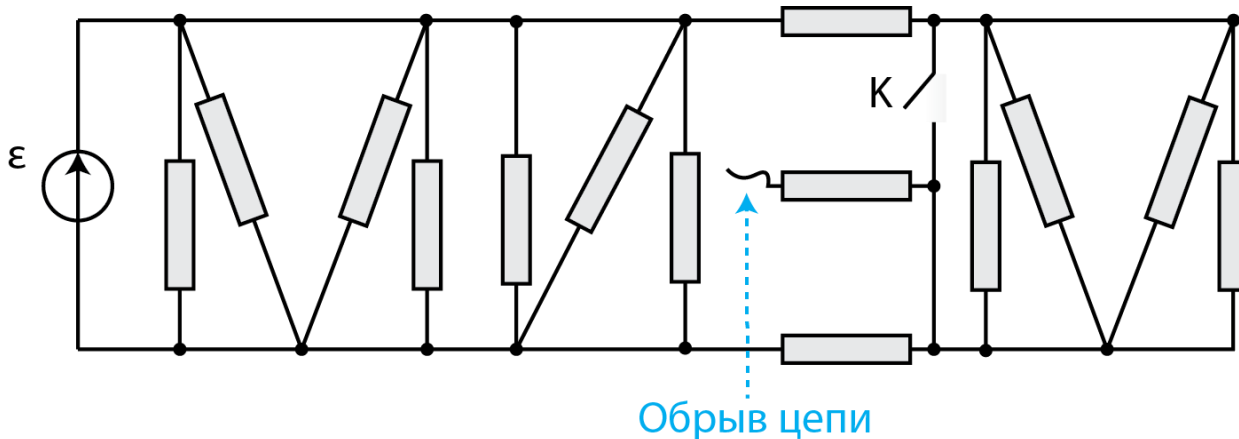


Рис.1. Электрическая цепь

Дайте ответ в следующей форме (приведите решение):

- 1) эквивалентное сопротивление  $R_{\text{экв1}}$  цепи до замыкания ключа К равно  $\_\_ \text{ Ом}$  (округлите до целых);
- 2) эквивалентное сопротивление  $R_{\text{экв2}}$  цепи после замыкания ключа К равно  $\_\_ \text{ Ом}$  (округлите до целых);
- 3) мощность тока в цепи больше  $\_\_$  («до» или «после») замыкания ключа.

**Ответ:** 135; 134; **после** замыкания (мощность больше)

**Задача 3**

**(Максимум – 15 баллов).**

На планете Пиетюр существует уникальная игра – голографические шахматы. Размеры поля для этой игры составляют  $16 \times 16 \times 16$  трехмерных клеток. Каждая трехмерная клетка, определяющая позицию фигуры, кодируется при помощи бинарного кода минимально возможным и одинаковым количеством бит. Специальная информационная система фиксирует начальное положение фигур и ходы каждой фигуры, формирует последовательность кодов трехмерных клеток, в которых находилась фигура, и записывает эту последовательность в файл "Log.holo". Каков информационный объем файла, в который записываются позиции фигуры "Вакуумный Конь" после 19 перемещений фигуры "Вакуумный Конь" по игровому полю? Ответ запишите в байтах.

**Ответ:** 30

**Задача 4**

**(Максимум – 15 баллов).**

Алиса, Боб и Ева решили разработать некоторое инновационное устройство, работающее на семиричной логике. Своё устройство они решили оснастить пятиразрядным гиперквантовым процессором, который управляется при помощи обычных пятиразрядных команд. Ева решила, что ей необходим секретный канал для удаленного управления устройством и получения всей информации о работе устройства. В качестве секретных команд Ева будет использовать управляющие команды гиперквантового процессора, в которых значение старшего разряда равняется 3. Определите, сколько всего различных секретных команд управления она может использовать при работе устройства (кроме команды, состоящей только из одного разряда со значением 3).

**Ответ:** 2800

**Практическая часть (количество баллов – 40)**

**Задание 5**

С помощью виртуальной среды на сайте tinkercad.com реализовать следующие задачи:

**Уровень 1.**

**(Максимум – 10 баллов).**

Упростите, приведенную ниже логическую функцию и соберите ее схему на макетной плате, используя микросхемы логики.

$$a \vee b \& c \& b \vee (\bar{b} \& a).$$

Реализуйте все комбинации входных сигналов. Входные сигналы необходимо подавать, используя dip переключатели. Для каждого переключателя добавьте в виде аннотации название переменной, за которую он отвечает. В аннотации к схеме напишите результат упрощения функции, используя следующие обозначения: инверсия «!», конъюнкция «&», дизъюнкция «|». Выходные сигналы схемы подключите к светодиодам. Пример подключения входных сигналов и вывода аннотации приведен на рисунке 2:

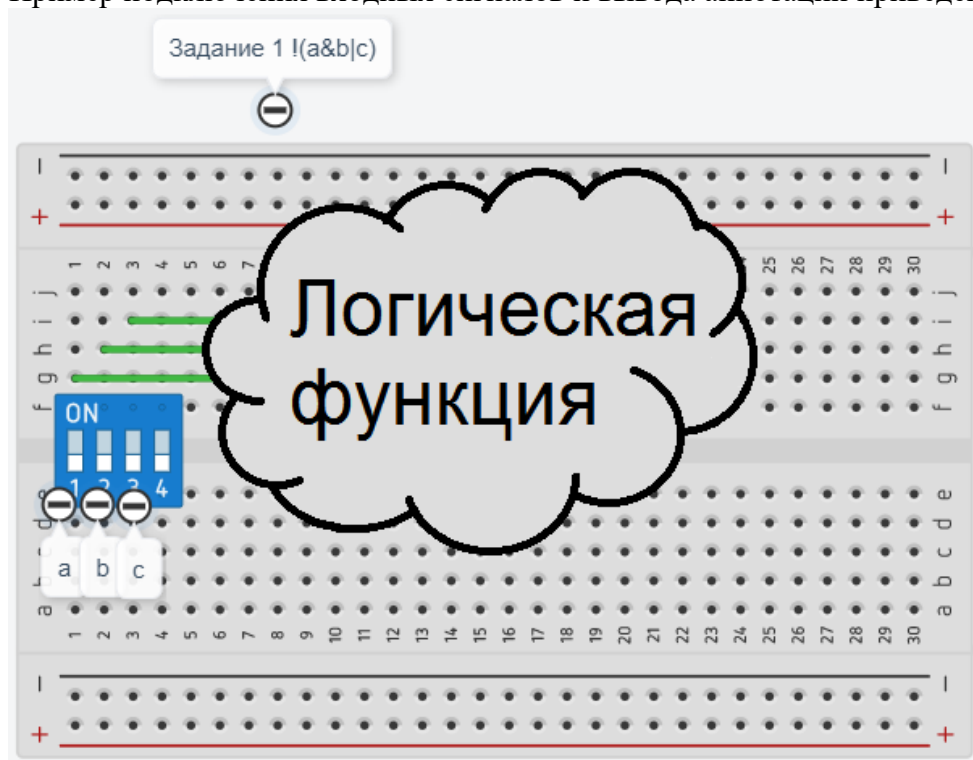


Рис.2. Пример подключения входных сигналов и вывода аннотации

**Уровень 2.**

**(Максимум – 10 баллов).**

Не изменяя схему, созданную в первой части задания, преобразуйте упрощенную логическую функцию в базис И-НЕ и соберите ее на новой макетной плате.

Реализуйте все комбинации входных сигналов. В аннотации к схеме напишите результат изменения упрощенной функции в базис И-НЕ. Пример подключения входных и выходных сигналов аналогичен первой части задания.

**Задание 6**

С помощью виртуальной среды на сайте tinkercad.com и эмулятора Arduino реализовать следующие задачи:

**Уровень 1.**

**(Максимум – 10 баллов).**

Дано 2 кнопки и 2 светодиода. Изначально все светодиоды должны быть выключены. При нажатии на первую кнопку, реализовать мигание первого светодиода с задержкой 900 миллисекунд. При нажатии на вторую кнопку, реализовать мигание второго светодиода с задержкой 400 миллисекунд. Когда кнопки отпущены – соответствующие светодиоды должны быть выключены.

**Уровень 2.**

**(Максимум – 10 баллов).**

В схему, созданную в первой части задания, необходимо дополнительно подключить еще одну кнопку и потенциометр. При включении третьей кнопки необходимо реализовать поочередное мигание всех светодиодов с задержкой, которая определяется как сумма задержки из 1-го задания и значения, получаемого с потенциометра.



Рис.3. Изображения элементов, используемых в задании