

Время выполнения заданий – 240 минут

Максимальное количество баллов – 100

Теоретическая часть

Задание 1 (15 баллов).

Электрон, двигавшись равномерно со скоростью 2000 км/с, влетает в плоский воздушный конденсатор параллельно его пластинам. Длина пластин конденсатора равна 2 мм; между его обкладками действует электрическое поле величиной 100 В/м. Когда электрон долетает до середины пластин конденсатора, конденсатор мгновенно поворачивается на 45 градусов вокруг оси, вдоль которой летел электрон до воздействия поля конденсатора.

Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Необходимо:

1. Найти, насколько электрон отклонился от своей изначальной траектории движения к моменту поворота конденсатора. Отклонение рассчитывать в направлении, перпендикулярном пластинам. Ответ записать в миллиметрах.
2. Найти дополнительное отклонение, совершённое под действием поля после поворота конденсатора. Отклонение рассчитывать в направлении, перпендикулярном новому положению пластин. Ответ записать в миллиметрах.
3. Найти проекцию скорости электрона в направлении, перпендикулярном новому положению пластин, в момент вылета электрона за пределы конденсатора.

Приведите подробную аргументацию Вашего решения. Для обоснования ответа приведите необходимые выражения, вычисления, рисунки.

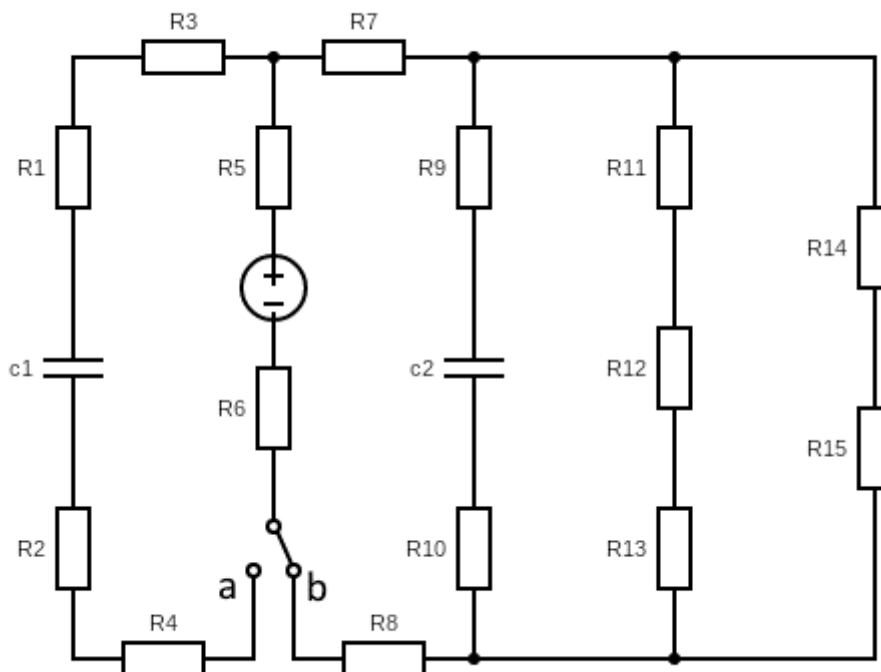
Задание 2 (15 баллов).

Дана схема; все элементы идеальны. Известны номиналы сопротивлений: $R_1 = 80$ Ом, $R_2 = 170$ Ом, $R_3 = 180$ Ом, $R_4 = 160$ Ом, $R_5 = 100$ Ом, $R_6 = 120$ Ом, $R_7 = 220$ Ом, $R_8 = 400$ Ом, $R_9 = 450$ Ом, $R_{10} = 480$ Ом, $R_{11} = 260$ Ом, $R_{12} = 180$ Ом, $R_{13} = 160$ Ом, $R_{14} = 140$ Ом, $R_{15} = 320$ Ом, и емкостей $C_1 = 2$ нФ, $C_2 = 6$ нФ. Известен заряд на конденсаторе c_1 , когда ключ замкнут в положении “а”: $Q_{c1} = 24$ нКл

Найдите:

1. Сопротивление цепи относительно зажимов источника, когда ключ находится в положении “а”: R_a
2. Сопротивление цепи относительно зажимов источника, когда ключ находится в положении “б”: R_b
3. Напряжение источника питания
4. Заряд на конденсаторе c_2 : Q_{c2}
5. Ток на резисторе R_{11} : I_{r11}

Приведите подробную аргументацию Вашего решения. Для обоснования ответа приведите необходимые выражения, вычисления, рисунки.

**Задание 3 (15 баллов).**

Кощей Бессмертный пересчитывает свои богатства, у каждого сокровища есть свой номерной знак, который выражается натуральным числом от 1 и до N , но на предмете он записан в троичной системе счисления. Перепись сокровищ Кощей ведет следующим образом, он записывает все номера предметов из сокровищницы по порядку в одну строку без пробелов:

Номер предмета в десятичной системе счисления	Номер предмета в троичной системе счисления	Запись Кощей
1	1	1
2	2	12
3	10	1210
4	11	121011
...
2186	2222222	121011...2222222

Проверку правильности подсчета сокровищ Кощей осуществляет следующим образом:

1. Он знает, что в 2022 году у него 2186 сокровищ в хранилище.
2. В этом году он решает проверить корректность 64-й цифры (он ее знает наизусть) в своей записи во избежание ошибок при переписи всех предметов с 1 по 2186.
3. Если она верна, то следующая перепись сокровищ будет произведена в 2023 году, а свиток с переписью 2022 года отмечается следующим кодом – первый символ кода – это 64-я цифра в записи Кощей, а остальные цифры – это количество цифр в записи, переведенное в троичную систему счисления. Вам известно, что в коде за 2022 год всего 9 цифр

Найдите 64-ю цифру из записи Кощей, а также запишите в ответ в троичной системе счисления общее количество цифр из записи Кощей.

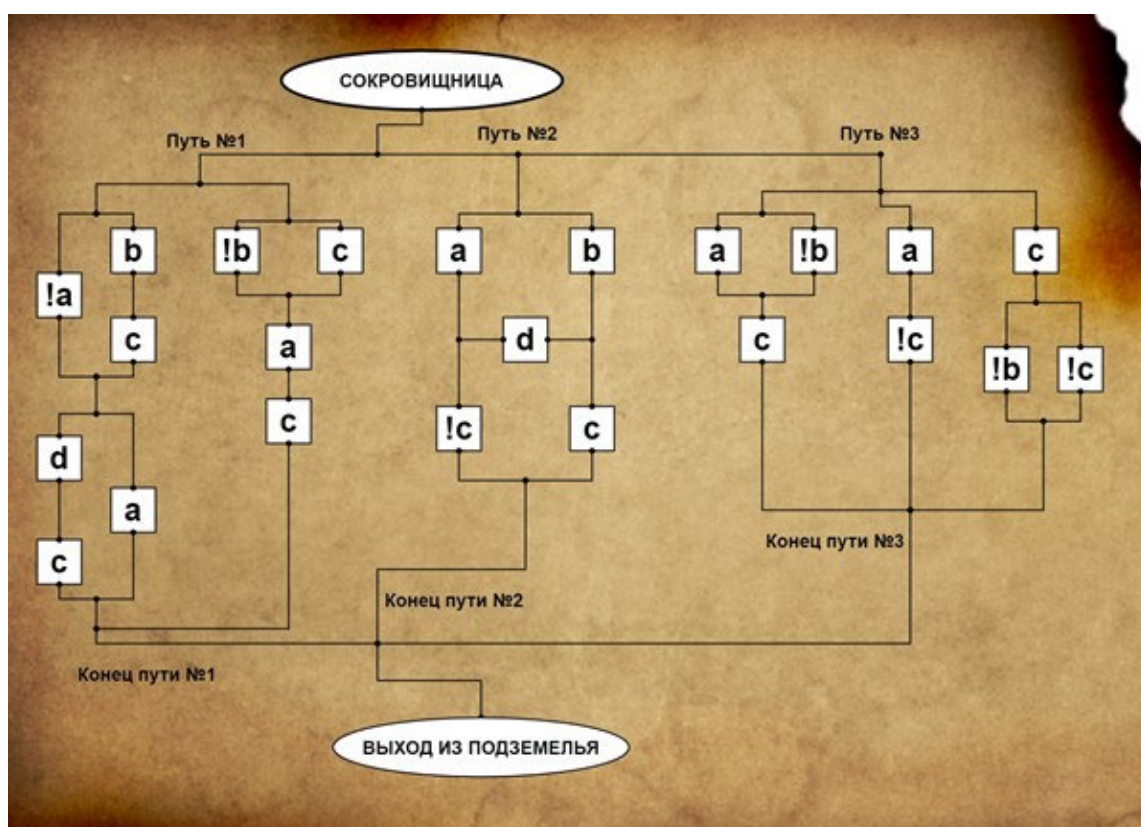
Приведите подробную аргументацию Вашего решения. Для обоснования ответа приведите необходимые выражения, вычисления, рисунки.

Задание 4 (15 баллов).

Два героя Воин и Следопыт долго бродили по подземелью и наконец нашли сокровищницу дракона. Теперь героям нужно найти выход их подземелья. Герои решают разделить и искать путь к выходу отдельно друг от друга.

Воин имеет следующие характеристики: Сила – 10, Ловкость – 4, Интеллект – 6, Удача – 5. Следопыт имеет следующие характеристики: Сила – 4, Ловкость – 8, Интеллект – 7, Удача – 6.

В сокровищнице находится карта, по которой можно определить путь, который можно использовать для того, чтобы выбраться из подземелья. На этой карте обозначены пути и комнаты, в которых нужно пройти определенное испытание. Всего есть 4 типа испытаний: испытание Силы (обозначается как **a**), испытание Ловкости (обозначается как **b**), испытание Интеллекта (обозначается как **c**) и испытание Удачи (обозначается как **d**). Испытание характеристик герой может пройти и продвинется по пути только при значении характеристики равной или более 6. Герою могут встретиться особенные инверсные испытания, которые можно пройти только если характеристика героя меньше 6 (они обозначаются символами **!a**, **!b**, **!c** и **!d** соответственно).



Поскольку Следопыт имеет значение характеристики “Интеллект” равное 7, ему доступна особая способность улучшенного чтения карт. Эта способность позволяет ему находить тайные ходы, позволяющие упростить путь из подземелья, описанный на карте, при помощи законов логики. Воин в свою очередь должен просто выбрать один из путей прохождения подземелья, т.к. упрощать карты и искать тайные проходы он не умеет.

Ответьте на следующие вопросы:

1. Сможет ли Воин выбраться из подземелья при текущих характеристиках? Какой путь/ти ему нужно для этого выбрать?
2. Как Следопыт может упростить карту? Существуют ли такие пути, по которым Следопыт мог бы выбраться из подземелья без упрощения карты?
3. При каких значения характеристик (Сила, Ловкость, Интеллект, Удача) выбраться из подземелья не представляется возможным?

Приведите подробную аргументацию Вашего решения. Для обоснования ответа приведите необходимые выражения, вычисления, рисунки.

Практическая часть

Для заданий практической части, в среде tinkercad.com реализуйте схему подключения электрических компонентов и код для Arduino.

Задание 5 (20 баллов).

Уровень 1

Даны плата Arduino, 2 двухполюсных DIP-переключателя, 2 RGB светодиода и резисторы различных номиналов. Разработайте электрическую схему соединения компонентов и реализуйте следующий функционал:

1. Когда все переключатели выключены, светодиоды также выключены.
2. При включении только первого переключателя первый светодиод должен загореться красным, а второй светодиод – синим.
3. При включении только второго переключателя первый светодиод должен загореться синим, а второй – красным.
4. При включении обоих переключателей, первый светодиод должен загореться фиолетовым, а второй – бирюзовым.

Уровень 2

В схему, созданную в первой части, необходимо добавить NeoPixel Ring на 12 светодиодов и реализовать следующий функционал:

1. Когда все переключатели выключены, NeoPixel Ring также должен быть выключен.
2. При включении только первого переключателя реализовать на NeoPixel Ring бегущий светодиод по часовой стрелке.
3. При включении только второго переключателя реализовать бегущий светодиод против часовой стрелки.
4. При включении обоих переключателей, все светодиоды в NeoPixel Ring должны мигать красным цветом с произвольно заданной частотой.

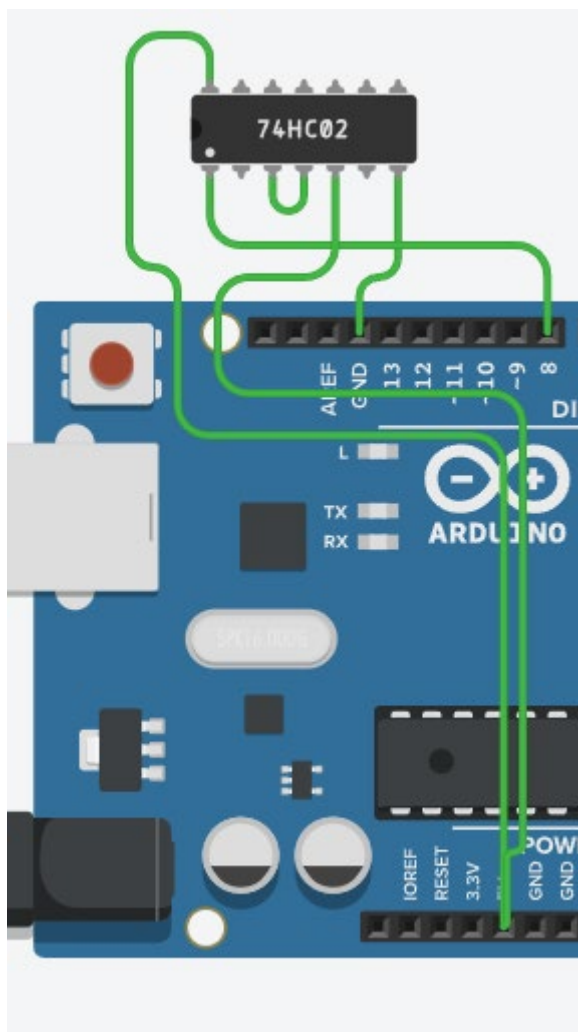
Задание 6 (20 баллов).**Уровень 1**

Даны плата Arduino, мотор-редуктор и мультиметр. Мотор-редуктор необходимо подключить к Arduino и написать программу управления скоростью вращения мотора. При помощи мультиметра, определите, при каком значении напряжения скорость вращения вала мотор-редуктора составляет 30 оборотов в минуту?

Ответ запишите с использованием инструмента «Примечание» в tinkercad, ответ округлите до десятых. Текст примечания должен содержать следующий текст: «Задание 6, уровень 1, ответ ...», где вместо многоточия необходимо написать показание мультиметра с указанием размерности значения.

Уровень 2

В схему, созданную в первой части, необходимо добавить компонент микросхему 74HC02 и два ползунковых переключателя. Компонент 74HC02 необходимо подключить к Arduino, как показано на рисунке:



Дополнительно на входы 1А и 2В микросхемы подключить ползунковые переключатели. В коде программы реализовать следующий алгоритм: При высоком уровне на выводе 8

Arduino, прибавить к значению, подаваемому на вывод, управляющий мотором значение 100, в противном случае – отнять 50.

При какой комбинации переключателей мотор-редуктор будет вращаться быстрее, относительно изначальной скорости вращения?

Ответ запишите с использованием инструмента «Примечание» в tinkercad, В ответ запишите последовательно состояния переключателей, подключенных к выводам 1А и 2В микросхемы. Состояния переключателей записываются в следующем виде: 0 – выключен, 1 – включен. Текст примечания должен содержать следующий текст: «Задание 6, уровень 2, ответ ...», где вместо многоточия необходимо указать получившееся значение.