Задача 1.

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.

а) Найти, насколько электрон отклонился от своей изначальной траектории движения к моменту поворота конденсатора. Отклонение рассчитывать в направлении, перпендикулярном пластинам. Ответ записать в миллиметрах.

б) Найти дополнительное отклонение, совершённое под действием поля после поворота конденсатора. Отклонение рассчитывать в направлении, перпендикулярном новому положению пластин. Ответ записать в миллиметрах.

в) Найти проекцию скорости электрона в направлении, перпендикулярном новому положению пластин, в момент вылета электрона за пределы конденсатора.

Для обоснования ответа приведите необходимые выражения, вычисления, рисунки.

Баллы: 5 / 5 / 5

Ответ а: 2,2 мм

```
clear
qe=1.6e-19;
me=9.1e-34;
d=0.002;
v=2000e3;
E=100;
d1=d/2;
t=d1/v;
a=E*qe/me; %Ускорение электрона
v1=a*t;
x1=(a*t^2)/2 %Уравнение движения
```

```
x1 = 0.0022
```

Ответ б: 5,3 мм

```
v2=v1*cosd(45); %Проекция скорости, приобретённой на предыдущем отрезке пути
x2=v2*t+(a*t^2)/2 %Уравнение движения
```

x2 = 0.0053

Ответ в: 15008 км/с

```
v3=v2+a*t %Скорость из уравнения движения
```

v3 = 1.5008e+07

10 класс

Пункт а):

0 – задание не выполнено.

1 – приведены формулы, необходимые для решения, но решение не выполнено.

2-3 – принцип решения верен, но допущены ошибки.

4 – алгоритм решения верен, но результат получен неверно.

5 – решение полностью верно.

Пункт б):

0 – задание не выполнено.

1 – приведены формулы, необходимые для решения, но решение не выполнено.

2-3 – принцип решения верен, но допущены ошибки.

4 – алгоритм решения верен, но результат получен неверно.

5 – решение полностью верно.

Пункт в):

0 – задание не выполнено.

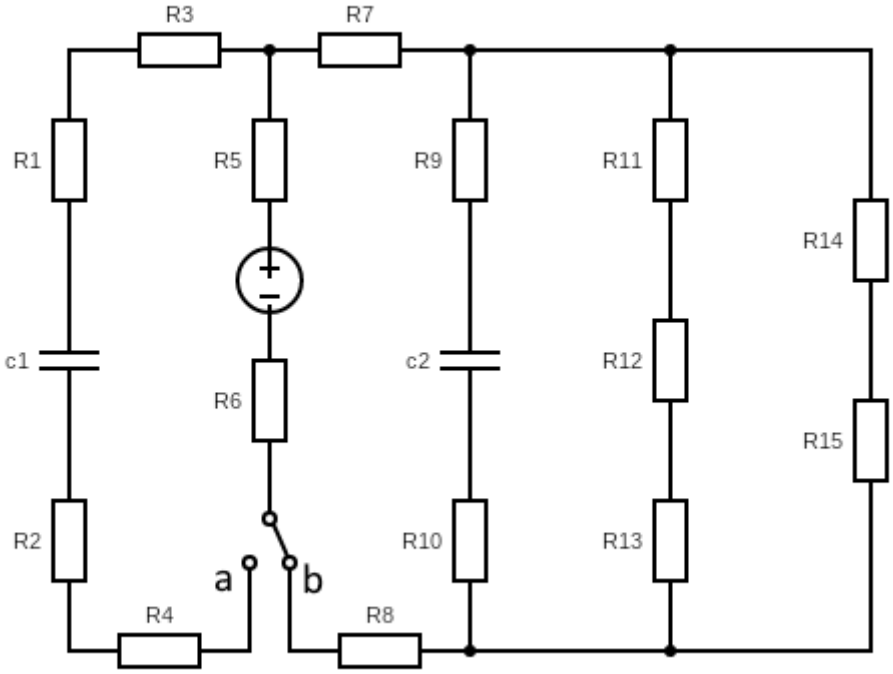
1 – приведены формулы, необходимые для решения, но решение не выполнено.

2-3 – принцип решения верен, но допущены ошибки.

4 – алгоритм решения верен, но результат получен неверно.

5 – решение полностью верно.

Задача 2.



Дана схема; все элементы идеальны. Известны номиналы сопротивлений:

R1 = 80 Ом, R2 = 170 Ом, R3 = 180 Ом, R4 = 160 Ом, R5 = 100 Ом, R6 = 120 Ом, R7 = 220 Ом, R8 = 400 Ом, R9 = 450 Ом, R10 = 480 Ом, R11 = 260 Ом, R12 = 180 Ом, R13 = 160 Ом, R14 = 140 Ом, R15 = 320 Ом, и емкостей C1 = 2 нФ, C2 = 6 нФ. Известен заряд на конденсаторе c1, когда ключ замкнут в положении “a”: Qc1= 24 нКл

Найдите:

1) Сопротивление цепи относительно зажимов источника, когда ключ находится в положении “a”: Ra

2) Сопротивление цепи относительно зажимов источника, когда ключ находится в положении “b”: Rb

3) Напряжение источника питания E

4) Заряд на конденсаторе c2: Qc2

5) Ток на резисторе R11: Ir11

Для обоснования ответа приведите необходимые выражения, вычисления, рисунки.

Ответы

Ra = ∞ Ом (3б)

Rb = 1.1 кОм (3б)

E = 12 В (3б)

Qc2 = 17 нКл (3б)

Ir11 = 4,7 мА (3б)

Решение

Дано t2 10kl 1

R1 := 80 R10 := 480
R2 := 170 R11 := 260
R3 := 180 R12 := 180
R4 := 160 R13 := 160
R5 := 100 R14 := 140
R6 := 120 R15 := 320
R7 := 220
R8 := 400
R9 := 450

$c1 := 2 \cdot 10^{-9}$

$c2 := 6 \cdot 10^{-9}$

$q1 := 24 \cdot 10^{-9}$

Решение

$Ra := \infty$

$Rb := R5 + R6 + R7 + R8 + \frac{(R11 + R12 + R13) \cdot (R14 + R15)}{(R11 + R12 + R13) + (R14 + R15)} = 1.1 \times 10^{3}$

$E := \frac{q1}{c1} = 12$

$Ib := \frac{E}{Rb} = 0.011$

$Uc2 := Ib \cdot \frac{(R11 + R12 + R13) \cdot (R14 + R15)}{(R11 + R12 + R13) + (R14 + R15)} = 2.84$

$q2 := c2 \cdot Uc2 = 1.704 \times 10^{-8}$

$IR11 := Ib \cdot \frac{(R14 + R15)}{(R11 + R12 + R13) + (R14 + R15)} = 4.733 \times 10^{-3}$

Критерий	Балл
Верно найдено решение и численный ответ для Ra	3
Верно или с незначительными недочетами найдено решение для Ra	2
В работе присутствуют значительные ошибки, приведены формулы, необходимые для нахождения решения Ra	1
Не приведено решение или решение неверное для Ra	0
Верно найдено решение и численный ответ для Rb	3
Верно или с незначительными недочетами найдено решение для Rb	2
В работе присутствуют значительные ошибки, приведены формулы, необходимые для нахождения решения Rb	1
Не приведено решение или решение неверное для Rb	0
Верно найдено решение и численный ответ для E	3
Верно или с незначительными недочетами найдено решение для E	2
В работе присутствуют значительные ошибки, приведены формулы, необходимые для нахождения решения E	1
Не приведено решение или решение неверное для E	0
Верно найдено решение и численный ответ для qc2	3
Верно или с незначительными недочетами найдено решение для qc2	2
В работе присутствуют значительные ошибки, приведены формулы, необходимые для нахождения решения qc2	1
Не приведено решение или решение неверное для qc2	0
Верно найдено решение и численный ответ для I11	3
Верно или с незначительными недочетами найдено решение для I11	2
В работе присутствуют значительные ошибки, приведены формулы, необходимые для нахождения решения I11	1
Не приведено решение или решение неверное для I11	0

Задача 3.

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 Кощея
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 Кощея, а остальные цифры – это количество цифр в записи, переведенное в троичную систему счисления. Вам известно, что в коде за 2022 год всего 9 цифр.

6 баллов А) Найдите 64-ю цифру из записи Кощея

9 баллов Б) Запишите в ответ в троичной системе счисления общее количество цифр из записи Кощея

Решение:

Структура числа (строки) получается следующая:

сперва 2 однозначных троичных числа, (это 2 цифры)

потом 6 двузначных троичных числа, так как на первом месте могут стоять 2 цифры – это 1 и 2, а на втором – 3 – это 0, 1, 2 (это в записи уже 2 + 2*6 = 14 цифр),

после 2*3*3 = 18 чисел трехзначных (это всего 14 + 3*18 = 68 цифр),

затем 2*3*3*3=54 чисел четырехзначных (это всего 68 + 4*54 = 284)

2*3*3*3*3=162 (284+168 =452)

2*3*3*3*3*3=486 (938 цифр)

2*3*3*3*3*3*3=1458 (2396 цифр)

2396_10 = 10021202_3

64ю цифру очень легко вычислить, так как 68я цифра – это 2, а последнее число 222 – то есть с 66 по 68 цифры, 221 – это 63-65 цифры, то есть 2 – это ответ на первый вопрос.

Ответ: А) 2

Б) 10021202

Критерии:

15 - идеальное решение,

12 баллов - допущена арифметическая ошибка в пункте а или б/либо пункт а решен перебором, а не с помощью математического алгоритма,

8 баллов - есть решение, но арифметические ошибки и в а, и в б,

3 балла - была попытка решения, но очень много арифметических решений.

0 - неявка/не было ни одного верного шага

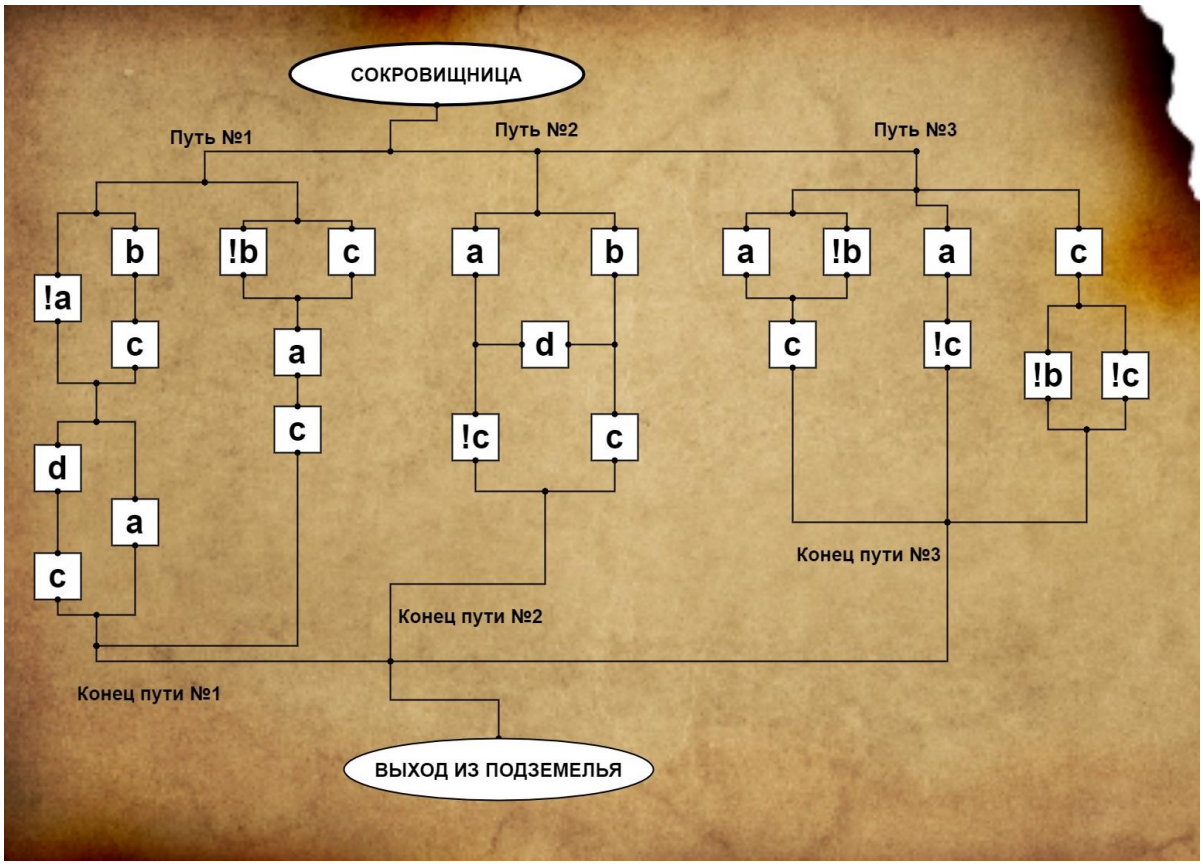
Задача 4.

Два героя Воин и Следопыт долго бродили по подземелью и наконец нашли сокровищницу дракона. Теперь героям нужно найти выход их подземелья. Герои решают разделиться 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 можно пройти и продвинутся 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 и подробно аргументируйте решение:

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?

Ответ:

1. Сможет по пути №3 и №1.
2. Упрощенная логическая функция: a + !c*b*d + c. Следопыт может пройти по пути 1 или 2.
3. Не смогут из подземелья выйти те герои, у которых характеристики С<6, Л<6, И<6, У<6 или С<6, Л<6, И<6, У>=6 или С<6, Л>=6, И<6, У<6.

Решение: представлена классическая переключательная функция. Ее можно упростить с помощью законов логики. Для ответов на вопросы – нужно простроить таблицу истинности. Одна из строчек в таблице истинности будет соответствовать конкретным характеристикам героя.

a	b	c	d	Путь 1	Путь 2	Путь 3	f=a+c+b!cd	
0	0	0	0	0	0	0	0	непроходимые
0	0	0	1	0	0	0	0	непроходимые
0	0	1	0	0	0	1	1	
0	0	1	1	1	0	1	1	
0	1	0	0	0	0	0	0	непроходимые
0	1	0	1	0	1	0	1	
0	1	1	0	0	1	0	1	
0	1	1	1	1	1	0	1	Следопыт
1	0	0	0	0	1	1	1	
1	0	0	1	0	1	1	1	
1	0	1	0	1	0	1	1	Воин
1	0	1	1	1	1	1	1	
1	1	0	0	0	1	1	1	
1	1	0	1	0	1	1	1	

1	1	1	0	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	

Критерии оценивания:

Каждый вопрос, на который дан верный ответ – 5 баллов.

Штрафы:

1. Недостаточная аргументация выводов
2. Решение задачи при помощи перебора и без использования законов логики
3. Не представлена в аналитическом виде логическая функция
4. Не представлена таблица истинности для функции
5. Вычислительные ошибки

Задача 5.

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:

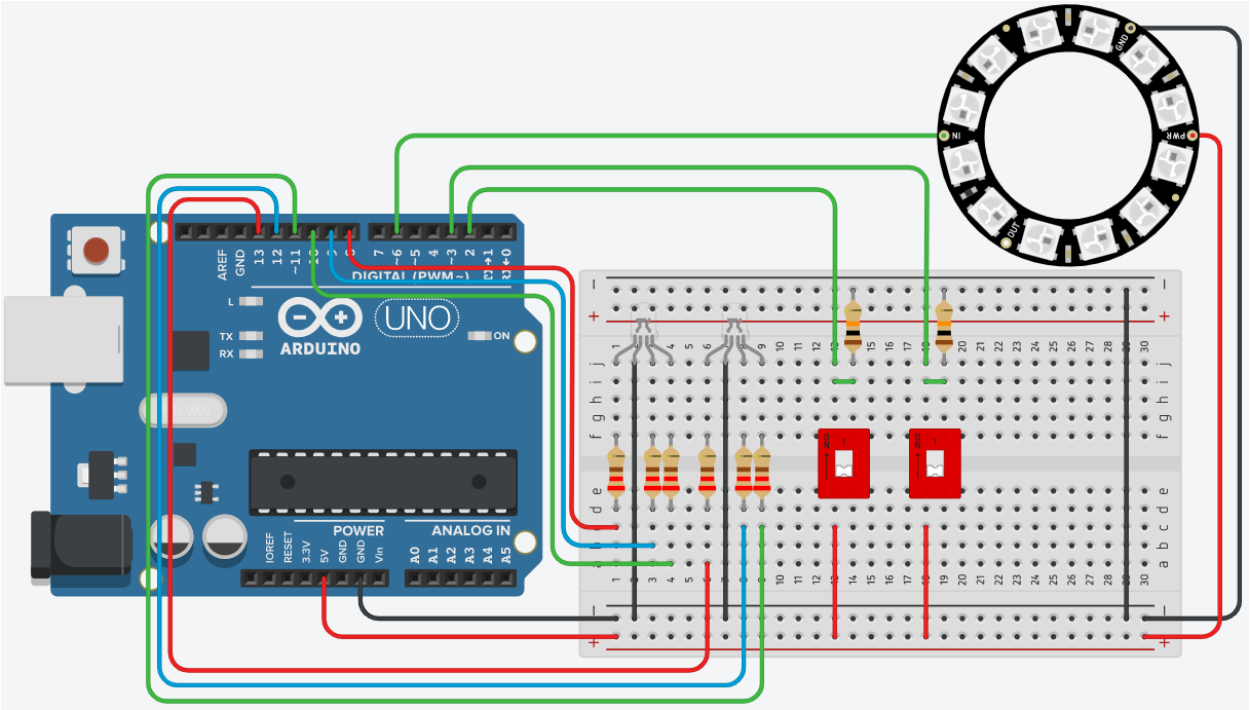
1. Когда все переключатели выключены, NeoPixel Ring также должен быть выключен.
2. При включении только первого переключателя реализовать на NeoPixel Ring бегущий светодиод по часовой стрелке.
3. При включении только второго переключателя реализовать бегущий светодиод против часовой стрелки.
4. При включении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

В текстовое поле ниже впишите свой логин в системе tinkercad.com

---

Вариант решения задания

Схема соединения



Код программы

```
#include <Adafruit_NeoPixel.h>

#define NUMPIXELS   12
#define neopixel    6

Adafruit_NeoPixel pixels = Adafruit_NeoPixel(NUMPIXELS,
                                             neopixel,
                                             NEO_GRB + NEO_KHZ800);

int delayval = 100;

int rgb_1_r = 8;
int rgb_1_g = 10;
int rgb_1_b = 9;
int rgb_2_r = 13;
int rgb_2_g = 11;
int rgb_2_b = 12;
int dip_1 = 2;
int dip_2 = 3;

int dip_data_1 = 0;
int dip_data_2 = 0;

int redColor = 0;
int greenColor = 0;
int blueColor = 0;


void setup()
{
  pinMode(rgb_1_r, OUTPUT);
  pinMode(rgb_1_g, OUTPUT);
  pinMode(rgb_1_b, OUTPUT);
  pinMode(rgb_2_r, OUTPUT);
  pinMode(rgb_2_g, OUTPUT);
  pinMode(rgb_2_b, OUTPUT);

  pinMode(dip_1, INPUT);
  pinMode(dip_2, INPUT);

  pixels.begin();
}

void loop()
{
  dip_data_1 = digitalRead(dip_1);
  dip_data_2 = digitalRead(dip_2);

  if(dip_data_1 == 0 && dip_data_2 == 0)
  {
    digitalWrite(rgb_1_r, LOW);
    digitalWrite(rgb_1_g, LOW);
    digitalWrite(rgb_1_b, LOW);
    digitalWrite(rgb_2_r, LOW);
    digitalWrite(rgb_2_g, LOW);
    digitalWrite(rgb_2_b, LOW);

    redColor = 0;
    greenColor = 0;
    blueColor = 0;

    for (int i=NUMPIXELS; i >=0; i--)
    {
      pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(redColor, greenColor, blueColor));
      pixels.show();
    }
  }
  else if(dip_data_1 == 1 && dip_data_2 == 0)
  {
    digitalWrite(rgb_1_r, HIGH);
    digitalWrite(rgb_1_g, LOW);
    digitalWrite(rgb_1_b, LOW);
    digitalWrite(rgb_2_r, LOW);
    digitalWrite(rgb_2_g, LOW);
    digitalWrite(rgb_2_b, HIGH);

    redColor = random(0, 255);
    greenColor = random(0,255);
    blueColor = random(0, 255);

    for (int i=0; i < NUMPIXELS; i++)
    {
      pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(redColor, greenColor, blueColor));
      pixels.show();
      delay(delayval);
    }
  }
  else if(dip_data_1 == 0 && dip_data_2 == 1)
  {
    digitalWrite(rgb_1_r, LOW);
    digitalWrite(rgb_1_g, LOW);
    digitalWrite(rgb_1_b, HIGH);
    digitalWrite(rgb_2_r, HIGH);
    digitalWrite(rgb_2_g, LOW);
    digitalWrite(rgb_2_b, LOW);

    redColor = random(0, 255);
    greenColor = random(0,255);
    blueColor = random(0, 255);

    for (int i=NUMPIXELS; i >=0; i--)
    {
      pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(redColor, greenColor, blueColor));
      pixels.show();
      delay(delayval);
    }
  }
  else if(dip_data_1 == 1 && dip_data_2 == 1)
  {
    digitalWrite(rgb_1_r, HIGH);
    digitalWrite(rgb_1_g, LOW);
    digitalWrite(rgb_1_b, HIGH);
    digitalWrite(rgb_2_r, LOW);
    digitalWrite(rgb_2_g, HIGH);
    digitalWrite(rgb_2_b, HIGH);

    redColor = 255;
    greenColor = 0;
    blueColor = 0;

    for (int i=0; i < NUMPIXELS; i++)
    {
      pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(redColor, greenColor, blueColor));
      pixels.show();
    }
    delay(delayval);

    redColor = 0;
    greenColor = 0;
    blueColor = 0;

    for (int i=0; i < NUMPIXELS; i++)
    {
      pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(redColor, greenColor, blueColor));
      pixels.show();
    }
    delay(delayval);
  }
}
```

КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ	БАЛЛЫ/ШТРАФЫ
Для уровня задания добавлены все необходимые для выполнения компоненты	+2
Для уровня задания все необходимые компоненты соединены корректно	+3
Для уровня задания корректно обрабатываются данные от компонентов	+2
Для уровня задания реализован требуемый алгоритм	+3
Для задания в целом аккуратно собрана схема	+1
Для задания в целом аккуратно написан код (именование переменных, выделение функций)	+1
Не использованы готовые примеры при решении задания	+1
Оригинальное решение (как пример использование драйвера моторов)	+1
Общие мелкие недочеты при создании схемы (некорректно подключены некоторые из датчиков)	-1-3
Не аккуратная схема подключения	-1
Не читаемый код	-1
Общие мелкие недочеты в коде (не все показания компонентов корректно обработаны)	-1-3
Для уровней 6-го задания не оформлен ответ в виде примечания	-1-2
Для уровней 6-го задания в ответе нет указания единиц полученного значения	-1
Не компилируется код	-1
Код задания написан на языке Scratch	-3
Заимствование чужой работы	-20

Задача 6.

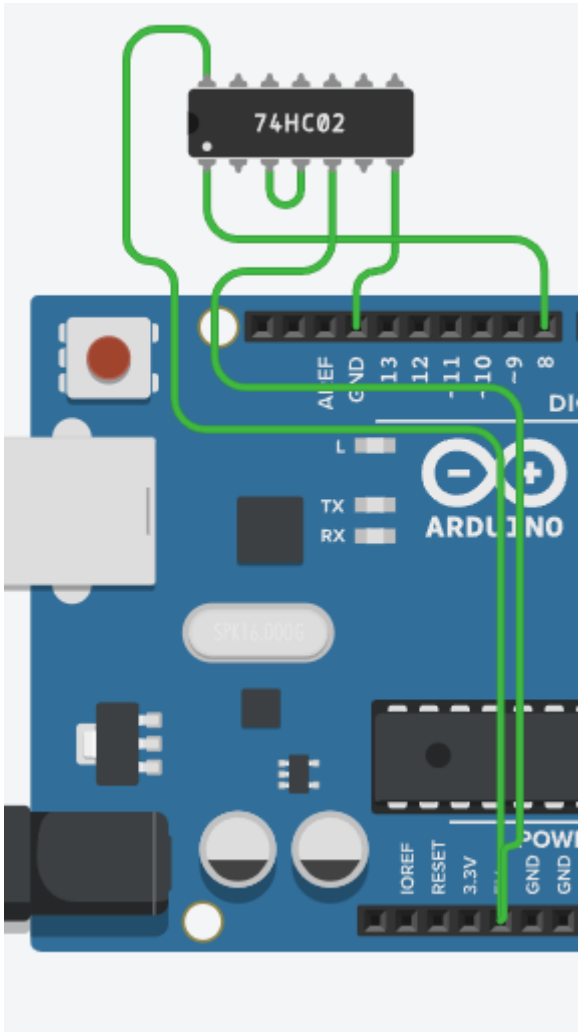
Уровень 1

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 1A и 2B 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.

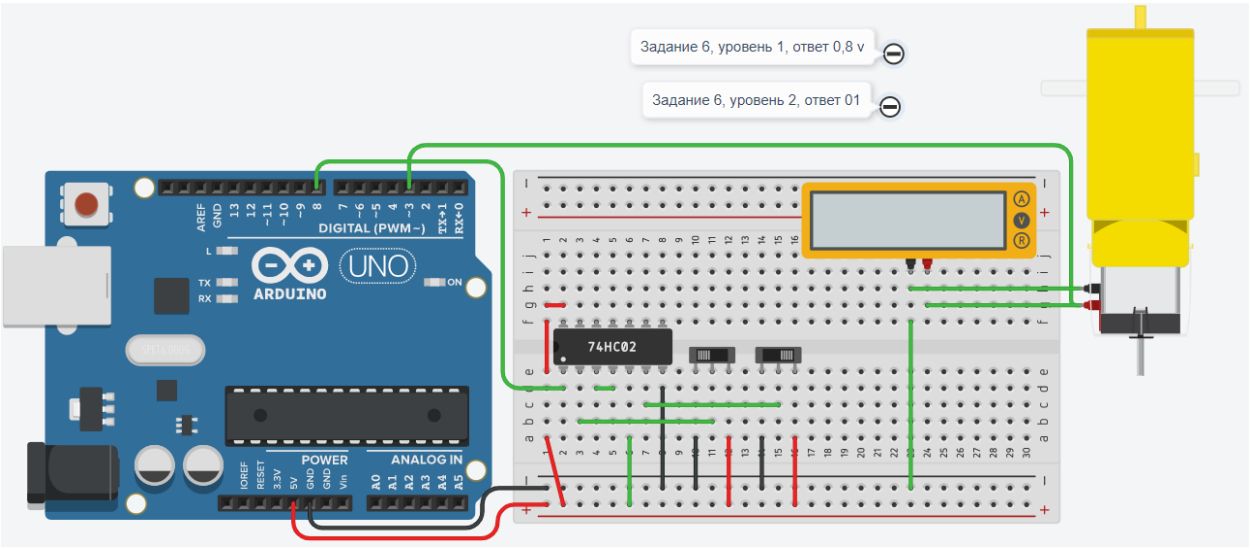
При какой комбинации переключателей мотор-редуктор будет вращаться быстрее, относительно изначальной скорости вращения?

Ответ запишите с использованием инструмента «Примечание» в tinkercad, В ответ запишите последовательно состояния переключателей, подключенных к выводам 1A и 2B 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.

В текстовое поле ниже впишите свой логин в системе tinkercad.com

Вариант решения задания

Схема соединения



Код программы

```
int motor_pin = 3;
int logic_pin = 8;

int motor_speed = 150;
int new_motor_speed = motor_speed;
int pin_data = 0;

void setup()
{
  pinMode(motor_pin, OUTPUT);
  pinMode(logic_pin, INPUT);
}

void loop()
{
  pin_data = digitalRead(logic_pin);

  analogWrite(motor_pin, new_motor_speed);

  if(pin_data == 1)
  {
    new_motor_speed = motor_speed + 100;
  }
  else
  {
    new_motor_speed = motor_speed - 50;
  }
}
```

КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ	БАЛЛЫ/ШТРАФЫ
Для уровня задания добавлены все необходимые для выполнения компоненты	+2

Для уровня задания все необходимые компоненты соединены корректно	+3
Для уровня задания корректно обрабатываются данные от компонентов	+2
Для уровня задания реализован требуемый алгоритм	+3
Для задания в целом аккуратно собрана схема	+1
Для задания в целом аккуратно написан код (именование переменных, выделение функций)	+1
Не использованы готовые примеры при решении задания	+1
Оригинальное решение (как пример использование драйвера моторов)	+1
Общие мелкие недочеты при создании схемы (некорректно подключены некоторые из датчиков)	-1-3
Не аккуратная схема подключения	-1
Не читаемый код	-1
Общие мелкие недочеты в коде (не все показания компонентов корректно обработаны)	-1-3
Для уровней 6-го задания не оформлен ответ в виде примечания	-1-2
Для уровней 6-го задания в ответе нет указания единиц полученного значения	-1
Не компилируется код	-1
Код задания написан на языке Scratch	-3
Заимствование чужой работы	-20