

Вариант №1.
Время выполнения – 120 минут.
(Максимальное количество баллов – 450)

В бланках ответов участник **в обязательном порядке** должен **указать номер полученного варианта.**

Задача 1 (Максимум – 150 баллов).

Имеется колёсный робот, который передвигается по полосе с препятствиями. Колесный робот обладает следующими характеристиками: полной массой 2,7 кг, 4 колеса диаметром $d = 48$ мм и коэффициентом трения скольжения 0,5, а на валу колеса установлен энкодер с разрешением 24 PPR (количество импульсов на один оборот вала), значения которого записываются в по порядку в память с интервалом в 100 мс.

Робот изначально шёл с постоянной скоростью v , после чего начал преодоление подъёма с углом наклона в 45 градусов. Ускорение свободного падения принять за $9,8$ м/с².

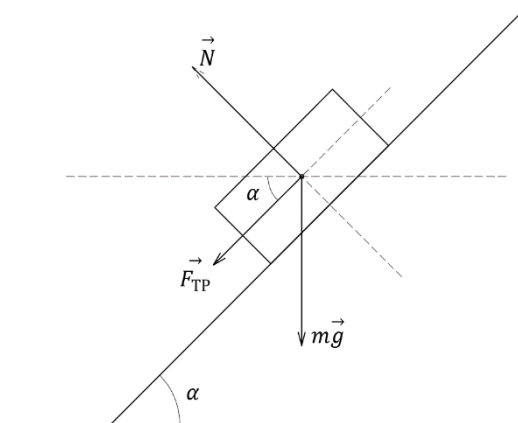
Необходимо выполнить следующие задачи:

1. Зарисуйте схему с тележкой на наклонной плоскости и изобразите действующие силы;
2. Напишите уравнение сил, действующих на тележку, в векторном виде;
3. Определите скорость движения робота до подъёма, если из двух соседних ячеек памяти были получены значения энкодера $1001\ 1010\ 0000\ 1100_2$ и $1001\ 1000\ 1100\ 0100_2$. Ответ запишите в м/с и округлите до десятых.
4. Сможет ли робот преодолеть подъём по наклонной плоскости (ответ обосновать расчетом), если известно, что высота подъёма составляет 30 м?
5. Насколько надо облегчить робота, чтобы он преодолел наклонную плоскость, или сколько еще дополнительно груза можно добавить (ответ обосновать)? Ответ запишите в кг и округлите до десятых.

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

Решение:

1. Зарисуйте схему с колёсным роботом на наклонной плоскости и изобразите действующие силы



Примечание: допустимо визуальное упрощение колёсного робота, поскольку его конструкция не влияет непосредственно на решение задачи

2.1 Напишите уравнение сил, действующих на колёсного робота, в векторном виде

$$\vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

Поскольку по условию задачи, колёсный робот движется с постоянной скоростью, то получаем:

$$\vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} = 0$$

2.2 Система координат выбрана относительно центра масс колёсного робота.

2.3 Это пункт может быть решен в ответе на четвертый вопрос задачи.

$$x: -mgsin\alpha - \mu mgcos\alpha = 0$$

3.1 Скорость определяется по следующей формуле через пройденный путь S и определённое время t :

$$v = \frac{S}{t}$$

Пройденный путь определяется через длину, которое проходит колесо за один оборот, с учётом разрешения энкодера и значения из памяти, которое было записано за время t :

$$v = \frac{\frac{\pi \cdot d}{CRR} \cdot n}{t}$$

Полученная формула является итоговой для решения данного пункта. Необходимо определить значение, полученное с энкодера.

3.2 Вычитаем одно значение энкодера из другого:

=	1	0	0	1		1	0	1	0		0	0	0	0		1	1	0	0		
	1	0	0	1		1	0	0	0		1	1	0	0		0	1	0	0		
	0	0	0	0		0	0	0	1		0	1	0	0		1	0	0	0		

После переводим результат вычитания из двоичной в десятичную систему исчисления:

	15	14	13	12		11	10	9	8		7	6	5	4		3	2	1	0		
	0	0	0	0		0	0	0	1		0	1	0	0		1	0	0	0		

$$n = 0000\ 0001\ 0100\ 1000_2 = 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^3 = 256 + 64 + 8 = 328_{10}$$

3.3 Подставляем численные значения в итоговую формулу, попутно переводя их к системе СИ:

$$v = \frac{3,14 \cdot 48 \cdot 10^{-3}}{24} \cdot 328$$

$$v = \frac{6,28 \cdot 328}{100}$$

$$v = 20,5984$$

Применяем правило округления и получаем ответ:

$$v = 20,6$$

4.1 Если максимальная сила трения между колесами и подъёмом больше проекции силы тяжести на направление плоскости, то колёсный робот может подняться на любую высоту. Рассмотрим уравнение сил, действующих на колёсного робота, из п.2.1. Проведем ось X и запишем проекцию сил.

$$-mgsin\alpha - \mu mg\cos\alpha = 0$$

$$\mu = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$\mu < tg\alpha$$

4.2 Подставим значения:

$$0,5 < 1$$

4.3 Условие выполняется, а значит колёсный робот преодолет любой подъём.

5 Из предыдущего пункта очевидно, что изменение массы колёсного робота не влияет на высоту преодолеваемого подъёма.

Критерии (по 10 баллов за каждый пункт)

- 1.1 Сделан рисунок тележки на наклонной плоскости
- 1.2 На рисунке указаны силы, действующие на тележку
- 1.3 Указан угол подъёма и его влияние на проекцию сил

- 2.1 Записано уравнение сил в векторном виде
- 2.2 Выбрана система координат
- 2.3 Написано уравнение в проекциях по осям системы координат

- 3.1 Верно записано уравнение скорости с учётом интерпретации параметров колеса и энкодера
- 3.2 Верно выполнено преобразование чисел из двоичной в десятичную систему исчисления
- 3.3 Получено верное значение скорости

- 4.1 Получено условие преодоления подъёма
- 4.2 Получено верное числовое значение
- 4.3 Сделан верный вывод по преодолению подъёма

- 5.1 Записано верное выражение для обоснования
- 5.2 Сделан соответствующий вывод

6. по решению верно применено правило округления

Задача 2 (Максимум – 150 баллов).

Длинный проводящий стержень массой $3m$, все время оставаясь горизонтальным, начинает скользить без трения по контактам цепочки, состоящих из одинаковых резисторов (количество резисторов бесконечно большое), представленной на рисунке 1. Расстояние между контактами, по которым скользит стержень, равно $d = 1$ см. Между точками А и В цепочки приложено напряжение $U_{AB} = 140$ В. Стержень приводится в движение нитью, перекинутой через неподвижный блок, к противоположному концу которой подвешен груз m . Длина стержня во много раз больше расстояния между контактами и равна длине цепочки сопротивлений. В начальный момент времени стержень своим правым концом касается первого контакта цепочки резисторов. Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с².

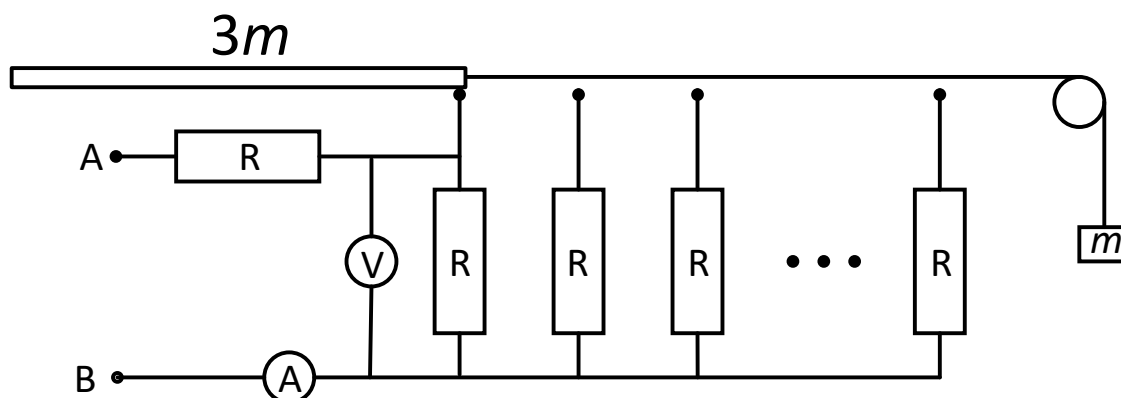


Рис. 1. Перемещение стержня

Необходимо:

1. Определить ускорение стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до десятых.
2. Определить сопротивление одного резистора, если сопротивление всей цепочки (между точками АВ) равно 120 Ом. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых
3. Определить сопротивление цепи между точками АВ через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых.
4. Определить показания амперметра через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых.
5. Определить показания вольтметра через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых.
6. Определите минимальную мощность, выделяющуюся в цепи. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых.
7. Определите максимальную мощность, выделяющуюся в цепи. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых.

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

Критерии:

1. Определить ускорение стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до десятых. (10 баллов).
2. Определить сопротивление одного резистора, если сопротивление всей цепочки равно 120 Ом. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых (20 баллов).
 - а) Верно записано выражение для расчета значения сопротивления (10 баллов)
 - б) Получено верное числовое значение сопротивления (10 баллов)
3. Определить сопротивление цепи между точками АВ через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых. (20 баллов).
 - а) Верно записано выражение для расчета значения сопротивления (10 баллов)
 - б) Получено верное числовое значение сопротивления (10 баллов)
4. Определить показания амперметра через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых. (20 баллов).
 - а) Верно записано выражение для расчета силы тока, фиксируемого амперметром (10 баллов)
 - б) Получено верное числовое значение силы тока (10 баллов)
5. Определить показания вольтметра через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых. (20 баллов).
 - а) Верно записано выражение для расчета значения напряжения, фиксируемого вольтметром (10 баллов)
 - б) Получено верное числовое значение напряжения (10 баллов)
6. Определите минимальную мощность, выделяющуюся в цепи. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых. (30 баллов).
 - а) Верно сформулировано условие, при котором в цепи будет выделяться минимальная мощность (10 баллов)
 - б) Верно записано выражение для расчета минимальной мощности, выделяющейся в цепи (10 баллов)
 - в) Получено верное числовое значение минимальной мощности, выделяющейся в цепи (10 баллов)
7. Определите максимальную мощность, выделяющуюся в цепи. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых. (30 баллов).
 - а) Верно сформулировано условие, при котором в цепи будет выделяться максимальная мощность (10 баллов)
 - б) Верно записано выражение для расчета максимальной мощности, выделяющейся в цепи (10 баллов)
 - в) Получено верное числовое значение максимальной мощности, выделяющейся в цепи (10 баллов)

РЕШЕНИЕ

1. Запишем II закон Ньютона для тел m и $3m$ в проекциях на ось x и y :

$$\begin{array}{ll} \text{Для } 3m (x) & T = 3ma \\ \text{Для } m (y) & T - mg = -ma \end{array}$$

Тогда

$$\begin{array}{l} 3ma - mg = -ma \\ 4ma = mg \\ a = 0,25g = 2,5 \text{ м/с}^2 \end{array}$$

2. Пусть r – сопротивление всей цепи

Пусть r' – сумма параллельных сопротивлений, тогда

$$\frac{1}{r'} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R}$$

То есть

$$\frac{1}{r'} = \frac{N}{R}$$

где N – число параллельных соединений, тогда

$r = R + r'$, то есть

$$r = R + \frac{R}{N}$$

При $N \rightarrow \infty$ выражение $\frac{R}{N} \rightarrow 0$, а значит $r = R = 120 \text{ Ом}$

3. Путь, пройденный правым концом стержня за $t = 0,2 \text{ с}$

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{gt^2}{8} = \frac{10 \cdot 0,04}{8} = 0,05 \text{ м}$$

Значит в данном случае $N = 6$, тогда

$$r = R + \frac{R}{6} = 140 \text{ Ом}$$

4. Так как при $t = 0,2 \text{ с}$ путь $S = 0,05 \text{ м}$, значит $N = 6$, то есть

$$r = R + \frac{R}{6} = 140 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{U}{r} = \frac{140}{140} = 1$$

5. $r' = \frac{R}{6} = 20 \text{ Ом}$

$$V = I \cdot r' = 1 \cdot 20 = 20 \text{ В}$$

6. Минимальная мощность будет выделяться при $r = 2R$, то есть при $N \rightarrow 1$

$$P_{\min} = \frac{U^2}{r} = \frac{U^2}{2R} = 82 \text{ Вт}$$

7. Максимальная мощность будет при $r = R$, то есть при $N \rightarrow \infty$

$$P_{\max} = \frac{U^2}{r} = \frac{U^2}{R} = 163 \text{ Вт}$$

Задача 3 (Максимум – 150 баллов).

Дана монтажная схема макета электронного кодового замка на базе платы Arduino Uno и часть программного кода загружаемого в память микроконтроллера. Программа должна спрашивать с пользователя пароль длиной 5 символов. Если пароль верный – загорается встроенный светодиод на 13 выходе платы. Если пароль неверный – светодиод гаснет, либо не загорается. Проверка пароля должна происходить автоматически, без необходимости нажимать на отдельную кнопку для отправки.

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

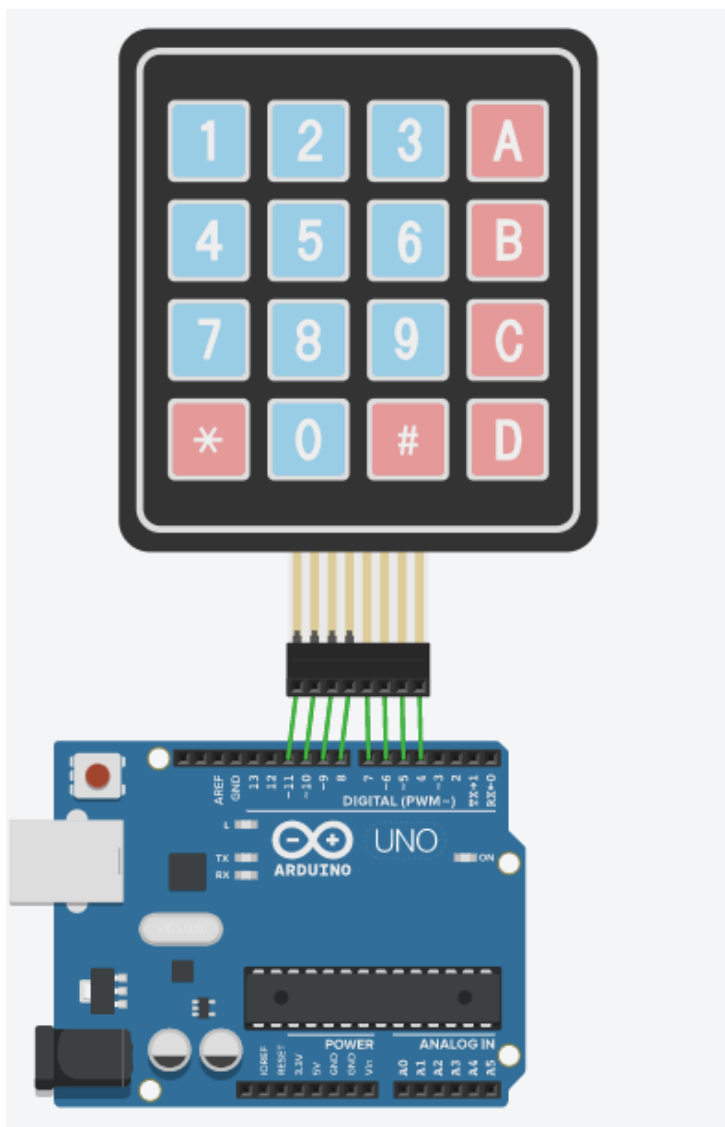


Рис. 2. Монтажная схема макета


```
1  #include <Keypad.h>
2  const byte STROKI = 4;
3  const byte STOLBS = 4;
4
5  char knops[STROKI][STOLBS] = {
6    {'1', '2', '3', 'A'},
7    {'4', '5', '6', 'B'},
8    {'7', '8', '9', 'C'},
9    {'*', '0', '#', 'D'}
10 };
11
12 byte rows[STROKI] = {11, 10, 9, 8};
13 byte cols[STOLBS] = {7, 6, 5, 4};
14
15 Keypad knopki = Keypad(makeKeymap(knops), rows, cols, STROKI, STOLBS);
16
17
18 void setup()
19 {
20   pinMode(13, INPUT);
21   Serial.begin(9600);
22 }
23
24 String passw = "12345";
25 String enter = "";
26
27 void loop()
28 {
29   char button = knopki.getKeys();
30   if (button) {
31     enter = enter + button;
32     Serial.println(enter) ;
33     if (button.length() == 3) {
34       if (enter = passw) {
35         digitalWrite(13, HIGH);
36       }
37       else {
38         digitalWrite(13, LOW);
39       }
40       enter = "";
41     }
42   }
43 }
```

Найдите ответы на следующие вопросы:

1. Почему используется `char`, а не другой тип данных в строке 5?
2. Чем является «кнопка» в строке 15?
3. Почему в условии в строке 30 в скобках только одно слово `button`? Как срабатывает условие?
4. Найдите 5 ошибок в написании программного кода и исправьте их.
5. Дополните код программы, используя язык программирования Arduino, таким образом, чтобы происходила следующая индикация по завершению ввода пароля:
 - а. Если пароль верный – загорается светодиод на 13 выходе платы на 5 секунд.
 - б. Если пароль неверный – светодиод 2 раза мигает с интервалом 1 секунду и затем гаснет.

Необходимо написать только те части программы, которых не хватает и указать в какое место их нужно вставить.

```
//Пример:  
  
int k, n;  
k = 5;  
n = k + 5;  
  
//Вставить между 37 и 38 строкой
```

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

Решение

1. char используется как тип данных для записи символов. Используется он , а не String, поскольку занимает значительно меньше памяти.
2. kпоркi – это созданный объект для управления конкретной клавиатурой.
3. Условие срабатывает в случае, если переменная button не пустая. Если кнопка нажата, то в переменную приходят данные, соответственно условие в скобках не равно 0 и условие выполняется.
4. Строка 20 – INPUT вместо OUTPUT. Строка 29 – нужно getKey. Строка 33 – нужно enter.length(), а не button.length(). Строка 33 – должно вместо 3 стоять 5. Строка 34 нужно ==.
- 5.

```

delay(5000);
digitalWrite(13, LOW);
//Вставить между 35 и 36 строкой

digitalWrite(13, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(13, LOW);
delay(1000);
digitalWrite(13, HIGH);
delay(1000);
//Вставить между 37 и 38 строкой

```

	Критерий	Баллы
1	Дан развернутый ответ	10
2	Дан развернутый ответ	20
3	Дан развернутый ответ	10
4	+10 баллов за каждую верно найденную ошибку. -10 баллов за неверно определенную ошибку	Максимум 50
5	Написан код для включения светодиода при вводе верного пароля	20
	Написан код для отключения светодиода при вводе неверного пароля	20
	Работают обе функции	20

Вариант №2.**Время выполнения – 120 минут.****(Максимальное количество баллов – 450)**

В бланках ответов участник **в обязательном порядке** должен **указать номер полученного варианта**.

Задача 1 (Максимум – 150 баллов).

Имеется колёсный робот, который передвигается по полосе с препятствиями. Колесный робот обладает следующими характеристиками: полной массой 3,7 кг, 4 колеса радиуса $r = 54$ мм и коэффициентом трения скольжения 0,1, а на валу колеса установлен энкодер с разрешением 360 PPR (количество импульсов на один оборот вала), значения которого записываются в по порядку в память с частотой в 100 Гц.

Робот изначально шёл с постоянной скоростью v , после чего начал преодоление подъёма с углом наклона в 45 градусов. Ускорение свободного падения принять за $9,8\text{ м/с}^2$.

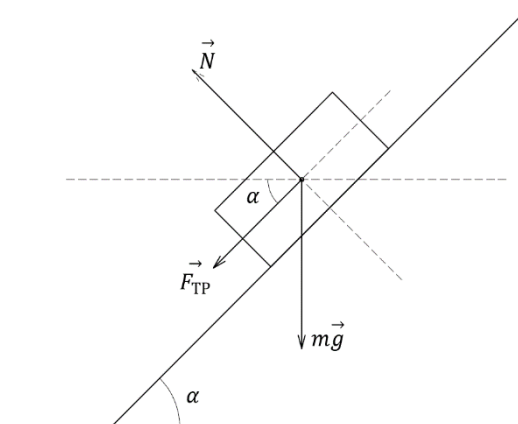
Необходимо выполнить следующие задачи:

1. Зарисуйте схему с тележкой на наклонной плоскости и изобразите действующие силы;
2. Напишите уравнение сил, действующих на тележку, в векторном виде;
3. Определите скорость движения робота до подъёма, если из двух соседних ячеек памяти были получены значения энкодера $1011\ 1100\ 1100\ 1010_2$ и $1011\ 1011\ 1111\ 1010_2$. Ответ запишите в м/с и округлите до десятых.
4. Сможет ли робот преодолеть подъём по наклонной плоскости (ответ обосновать расчетом), если известно, что высота подъёма составляет 20 м?
5. Насколько надо облегчить робота, чтобы он преодолел наклонную плоскость, или сколько еще дополнительно груза можно добавить (ответ обосновать)? Ответ запишите в кг и округлите до десятых.

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

Решение

1. Зарисуйте схему с колёсным роботом на наклонной плоскости и изобразите действующие силы



Примечание: допустимо визуальное упрощение колёсного робота, поскольку его конструкция не влияет непосредственно на решение задачи

2.1 Напишите уравнение сил, действующих на колёсного робота, в векторном виде

$$\vec{N} + \vec{F}_{\text{ТР}} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

Поскольку по условию задачи, колёсный робот движется с постоянной скоростью, то получаем:

$$\vec{N} + \vec{F}_{\text{ТР}} + m\vec{g} = 0$$

2.2 Система координат выбрана относительно центра масс колёсного робота.

2.3 Это пункт может быть решен в ответе на четвертый вопрос задачи.

$$x: -mgsin\alpha - \mu mgcos\alpha = 0$$

3.1 Скорость определяется по следующей формуле через пройденный путь S и определенное время t :

$$v = \frac{S}{t}$$

Пройденный путь определяется через длину, которое проходит колесо за один оборот, с учётом разрешения энкодера и значения из памяти, которое было записано за время t :

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n}{CRR \cdot t}$$

Полученная формула является итоговой для решения данного пункта. Необходимо определить значение, полученное с энкодера.

3.2 Вычитаем одно значение энкодера из другого:

=	1	0	1	1		1	1	0	0		1	1	0	0		1	0	1	0		
	1	0	1	1		1	0	1	1		1	1	1	1		1	0	1	0		
	0	0	0	0		0	0	0	0		1	1	0	1		0	0	0	0		

После переводим результат вычитания из двоичной в десятичную систему исчисления:

	15	14	13	12		11	10	9	8		7	6	5	4		3	2	1	0		
	0	0	0	0		0	0	0	0		1	1	0	1		0	0	0	0		

$$n = 0000\ 0000\ 1101\ 0000_2 = 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^4 = 128 + 64 + 16 = 208_{10}$$

3.3 Подставляем численные значения в итоговую формулу, попутно переводя их к системе СИ:

$$v = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 54 \cdot 10^{-3}}{360} \cdot 208$$

$$v = \frac{6,28 \cdot 0,15 \cdot 208}{10}$$

$$v = 19,5936$$

Применяем правило округления и получаем ответ:

$$v = 19,6$$

4.1 Если максимальная сила трения между колесами и подъёмом больше проекции силы тяжести на направление плоскости, то колёсный робот может подняться на любую высоту. Рассмотрим уравнение сил, действующих на колёсного робота, из п.2.1. Проведем ось X и запишем проекцию сил.

$$-mgsin\alpha - \mu mg\cos\alpha = 0$$

$$\mu = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$\mu < tg\alpha$$

4.2 Подставим значения:

$$0,1 < 1$$

4.3 Условие выполняется, а значит колёсный робот преодолевает любой подъём.

5 Из предыдущего пункта очевидно, что изменение массы колёсного робота не влияет на высоту преодолеваемого подъёма.

Критерии (по 10 баллов за каждый пункт)

- 1.1 Сделан рисунок тележки на наклонной плоскости
- 1.2 На рисунке указаны силы, действующие на тележку
- 1.3 Указан угол подъёма и его влияние на проекцию сил

- 2.1 Записано уравнение сил в векторном виде
- 2.2 Выбрана система координат
- 2.3 Написано уравнение в проекциях по осям системы координат

- 3.1 Верно записано уравнение скорости с учётом интерпретации параметров колеса и энкодера
- 3.2 Верно выполнено преобразование чисел из двоичной в десятичную систему исчисления
- 3.3 Получено верное значение скорости

- 4.1 Получено условие преодоления подъёма
- 4.2 Получено верное числовое значение
- 4.3 Сделан верный вывод по преодолению подъёма

- 5.1 Записано верное выражение для обоснования
- 5.2 Сделан соответствующий вывод

6. по решению верно применено правило округления

Задача 2 (Максимум – 150 баллов).

Длинный проводящий стержень массой $8m$, все время оставаясь горизонтальным, начинает скользить без трения по контактам цепочки, состоящих из одинаковых резисторов (количество резисторов бесконечно большое), представленной на рисунке 1. Расстояние между контактами, по которым скользит стержень, равно $d = 1$ см. Между точками А и В цепочки приложено напряжение $U_{AB} = 140$ В. Стержень приводится в движение нитью, проходящей через систему из блоков и грузов. Длина стержня во много раз больше расстояния между контактами и равна длине цепочки сопротивлений. В начальный момент времени стержень своим правым концом касается первого контакта цепочки резисторов. Ускорение свободного падения принять $g = 10$ м/с².

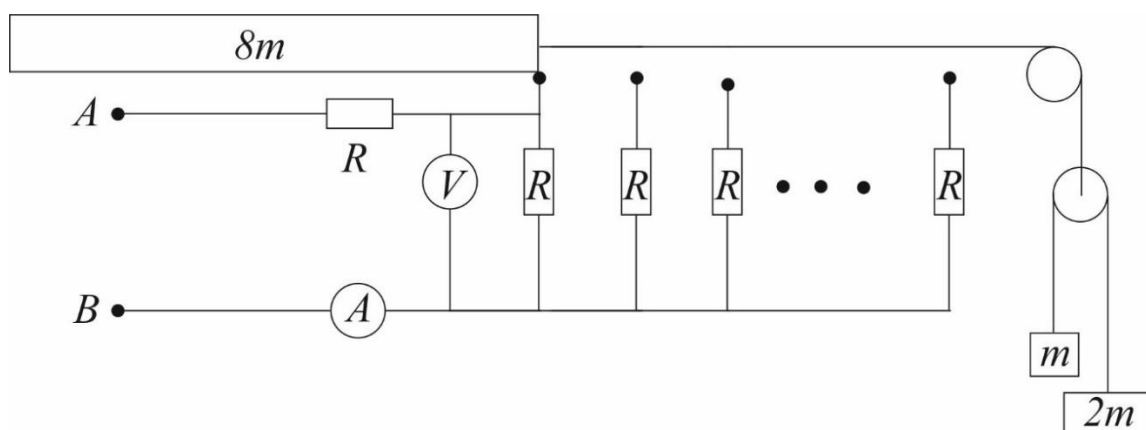


Рис. 1. Перемещение стержня

Необходимо:

1. Определить ускорение стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до десятых.
2. Определить сопротивление одного резистора, если сопротивление всей цепочки (между точками АВ) равно 120 Ом. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых
3. Определить сопротивление цепи между точками АВ через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых.
4. Определить показания амперметра через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых.
5. Определить показания вольтметра через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых.
6. Определите минимальную мощность, выделяющуюся в цепи. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых.
7. Определите максимальную мощность, выделяющуюся в цепи. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых.

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

Критерии:

1. Определить ускорение стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до десятых. (10 баллов).
2. Определить сопротивление одного резистора, если сопротивление всей цепочки равно 120 Ом. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых (20 баллов).
 - а) Верно записано выражение для расчета значения сопротивления (10 баллов)
 - б) Получено верное числовое значение сопротивления (10 баллов)
3. Определить сопротивление цепи между точками АВ через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых. (20 баллов).
 - а) Верно записано выражение для расчета значения сопротивления (10 баллов)
 - б) Получено верное числовое значение сопротивления (10 баллов)
4. Определить показания амперметра через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых. (20 баллов).
 - а) Верно записано выражение для расчета силы тока, фиксируемого амперметром (10 баллов)
 - б) Получено верное числовое значение силы тока (10 баллов)
5. Определить показания вольтметра через 0,2 с после начала движения стержня. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых. (20 баллов)
 - а) Верно записано выражение для расчета значения напряжения, фиксируемого вольтметром (10 баллов)
 - б) Получено верное числовое значение напряжения (10 баллов)
6. Определите минимальную мощность, выделяющуюся в цепи. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых. (30 баллов).
 - а) Верно сформулировано условие, при котором в цепи будет выделяться минимальная мощность (10 баллов)
 - б) Верно записано выражение для расчета минимальной мощности, выделяющейся в цепи (10 баллов)
 - в) Получено верное числовое значение минимальной мощности, выделяющейся в цепи (10 баллов)
7. Определите максимальную мощность, выделяющуюся в цепи. Ответ дать в системе СИ и округлить до целых. (30 баллов)
 - а) Верно сформулировано условие, при котором в цепи будет выделяться максимальная мощность (10 баллов)
 - б) Верно записано выражение для расчета максимальной мощности, выделяющейся в цепи (10 баллов)
 - в) Получено верное числовое значение максимальной мощности, выделяющейся в цепи (10 баллов)

РЕШЕНИЕ

1. Запишем II закон Ньютона для тел m и $3m$ в проекциях на ось x и y :

$$\begin{array}{ll} \text{Для } 8m \text{ (x)} & T = 8ma \\ \text{Для } m \text{ (y)} & T_1 - mg = ma_1 \\ \text{Для } m \text{ (y)} & T_1 - 2mg = 2ma_2 \end{array}$$

Тогда

$$\begin{aligned} T &= 2T_1 \\ a &= -(a_1 + a_2)/2 \\ 2T_1 &= 8ma \\ T_1 &= 4ma \\ a_1 &= (T_1 - mg)/m \\ a_2 &= (T_1 - mg)/2m \\ T_1 &= -4m(a_1 + a_2)/2 \\ T_1 &= -2m((T_1 - mg)/m + (T_1 - mg)/2m) \\ T_1 &= -2T_1 + 2mg - T_1 + 2mg \\ 4T_1 &= 4mg \\ T_1 &= mg \\ a &= T_1/4m = mg/4m = 2,5 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$

2. Пусть r – сопротивление всей цепи

Пусть r' – сумма параллельных сопротивлений, тогда

$$\frac{1}{r'} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R}$$

То есть

$$\frac{1}{r'} = \frac{N}{R}$$

где N – число параллельных соединений, тогда

$r = R + r'$, то есть

$$r = R + \frac{R}{N}$$

При $N \rightarrow \infty$ выражение $\frac{R}{N} \rightarrow 0$, а значит $r = R = 120 \text{ Ом}$

3. Путь, пройденный правым концом стержня за $t = 0,2 \text{ с}$

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{2,5 \cdot 0,04}{2} = 0,05 \text{ м}$$

Значит в данном случае $N = 6$, тогда

$$r = R + \frac{R}{6} = 140 \text{ Ом}$$

4. Так как при $t = 0,2 \text{ с}$ путь $S = 0,05 \text{ м}$, значит $N = 6$, то есть

$$r = R + \frac{R}{6} = 120 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{U}{r} = \frac{140}{140} = 1$$

5. $r' = \frac{R}{6} = 20 \text{ Ом}$

$$V = I \cdot r' = 1 \cdot 20 = 20 \text{ В}$$

6. Минимальная мощность будет выделяться при $r=2R$, то есть при $N \rightarrow 1$

$$P_{\min} = \frac{U^2}{r} = \frac{U^2}{2R} = 82 \text{ В}$$

7. Максимальная мощность будет при $r=R$, то есть при $N \rightarrow \infty$

$$P_{\max} = \frac{U^2}{r} = \frac{U^2}{R} = 163 \text{ Вт}$$

Задача 3 (Максимум – 150 баллов).

Дана монтажная схема макета электронного кодового замка на базе платы Arduino Uno и часть программного кода загружаемого в память микроконтроллера. Программа должна спрашивать с пользователя пароль длиной 5 символов. Если пароль верный – загорается встроенный светодиод на 13 выходе платы. Если пароль неверный – светодиод гаснет, либо не загорается. Проверка пароля должна происходить автоматически, без необходимости нажимать на отдельную кнопку для отправки.

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

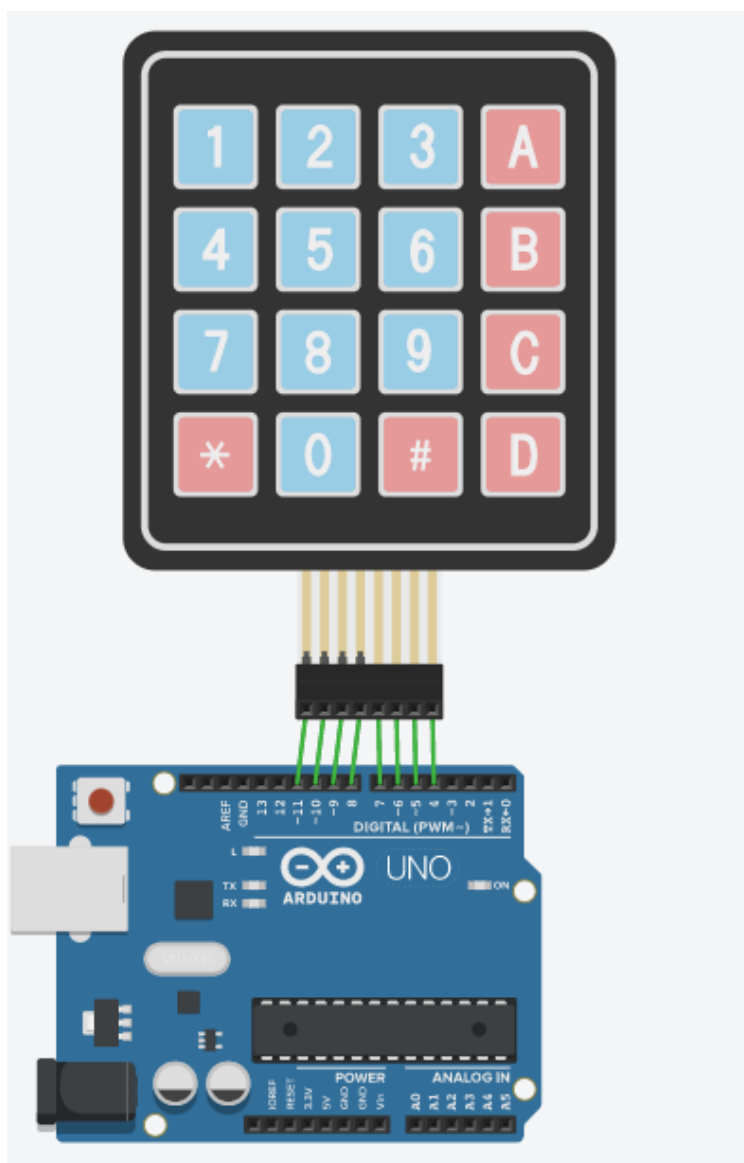


Рис. 2. Монтажная схема макета

```
1  #include <Keypad.h>
2  const byte STROKI = 4;
3  const byte STOLBS = 4;
4
5  char knops[STROKI][STOLBS] = {
6    {'1', '2', '3', 'A'},
7    {'4', '5', '6', 'B'},
8    {'7', '8', '9', 'C'},
9    {'*', '0', '#', 'D'}
10 };
11
12 byte rows[STROKI] = {11, 10, 9, 8};
13 byte cols[STOLBS] = {7, 6, 5, 4};
14
15 Keypad knopki = Keypad(makeKeymap(knops), rows, cols, STROKI, STOLBS);
16
17
18 void setup()
19 {
20   pinMode(13, OUTPUT);
21   Serial.begin(9600);
22 }
23
24 String passw = "12345";
25 int enter = "";
26
27 void loop()
28 {
29   char button = Keypad.getKey();
30   if (button) {
31     enter = enter + button;
32     Serial.println(enter);
33     if (enter.length() == 5) {
34       if (enter = passw) {
35         digitalWrite(13, HIGH);
36       }
37       else {
38         digitalWrite(13, LOW);
39       }
40       enter = " ";
41     }
42   }
43 }
```

Найдите ответы на следующие вопросы:

1. Почему используется `byte`, а не другой тип данных в строке 2?
2. Чем является «кеурд» в строке 15?
3. Почему у условия в строке 33 есть только первая часть (`if`), а «`else`» нет? Как условие срабатывает?
4. Найдите 5 ошибок в написании программного кода и исправьте их.
5. Дополните код программы, используя язык программирования Arduino, таким образом, чтобы происходила следующая индикация по завершению ввода пароля:
 - а. Если пароль верный – загорается светодиод на 13 выходе платы на 5 секунд.
 - б. Если пароль неверный – светодиод 2 раза мигает с интервалом 1 секунду и затем гаснет.

Необходимо написать только те части программы, которых не хватает и указать в какое место их нужно вставить.

```
//Пример:  
  
int k, n;  
k = 5;  
n = k + 5;  
  
//Вставить между 37 и 38 строкой
```

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

Решение

1. Byte используется из-за наименьшего количества памяти, которое заменяет этот тип данных.
2. Keypad – название библиотеки, к которой происходит обращение для создания объекта.
3. Условие срабатывает только в том случае, если длина переменной enter равна 5 символам. Если длина меньше или больше, то ничего не происходит, программа ждет, пока enter станет нужной длины.
4. Строка 25 нужен String вместо int. Строка 29 нужно kноpkі вместо keypad. Строка 34 нужно == вместо =. Строка 40 нужно убрать пробел между кавычками.
- 5.

```

delay(5000);
digitalWrite(13, LOW);
//Вставить между 35 и 36 строкой

digitalWrite(13, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(13, LOW);
delay(1000);
digitalWrite(13, HIGH);
delay(1000);
//Вставить между 37 и 38 строкой

```

	Критерий	Баллы
1	Дан развернутый ответ	10
2	Дан развернутый ответ	20
3	Дан развернутый ответ	10
4	+10 баллов за каждую верно найденную ошибку. -10 баллов за неверно определенную ошибку	Максимум 50
5	Написан код для включения светодиода при вводе верного пароля	20
	Написан код для отключения светодиода при вводе неверного пароля	20
	Работают обе функции	20