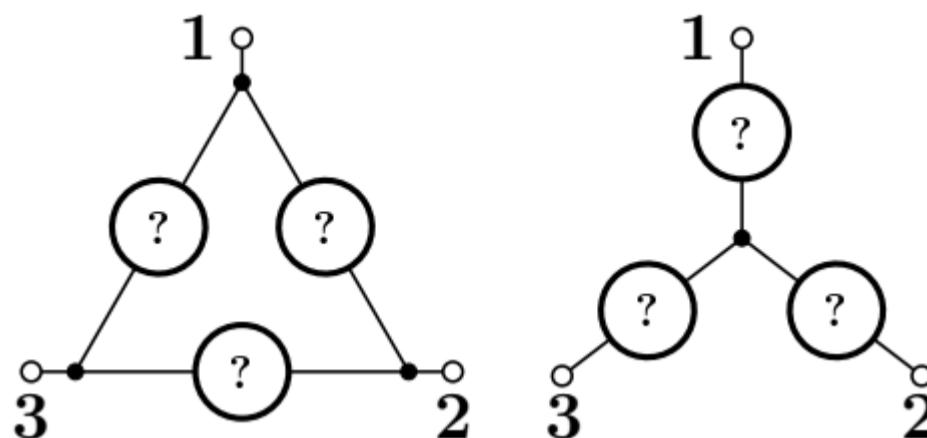


1 ?? Определите, по какой из двух возможных схем соединены элементы и что это за элементы.

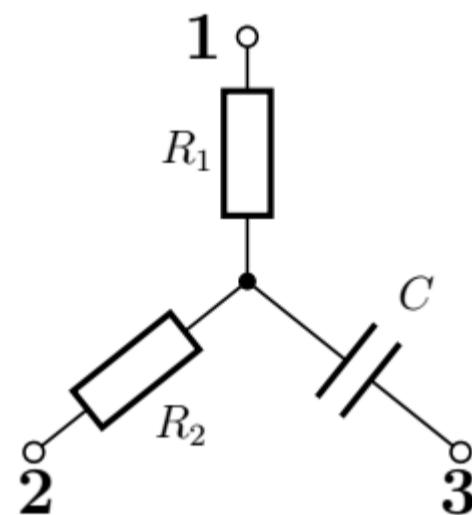


Подключим мультиметр в режиме омметра попарно к выводам 1 – 2, 1 – 3, 2 – 3. При подключении к выводам 1 – 3, 2 – 3 показания омметра (сопротивление) будут увеличиваться от малого значения до бесконечности за времена порядка нескольких секунд, при подключении к выводам 1 – 2 омметр будет регистрировать устойчивое значение сопротивления 115,4 кОм.

Изменение показаний при подключении омметра к выводам схемы говорит о том, что происходит процесс зарядки или разрядки конденсатора. При соединении элементов по схеме типа "треугольник", для всех возможных вариантов подключения показания прибора меняются со временем. Неизменные значения могут быть зарегистрированы, если между контактами мультиметра находятся только резисторы. Таким образом, проведенные измерения позволяют точно установить схему в сером ящике (см. рисунок), при этом  $R_1 + R_2 = 115,4$  кОм.

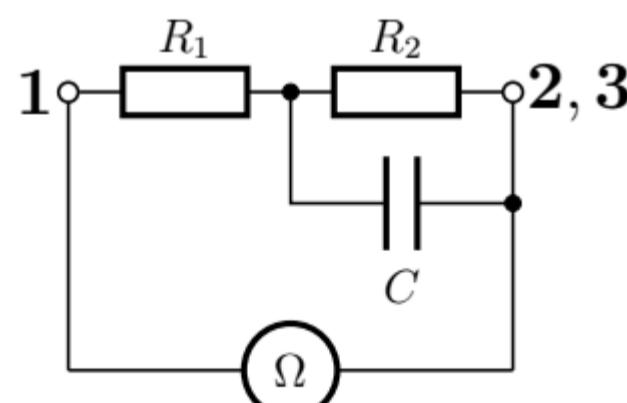
Отметим сразу, что характерное время заряда-разряда конденсатора в сером ящике через резисторы  $R_1$  и  $R_2$  невелико, и за времена порядка нескольких секунд конденсатор успевает полностью разряжаться или заряжаться.

Ответ:



2 ?? Определите параметры этих элементов (сопротивления резисторов и ёмкости конденсаторов).

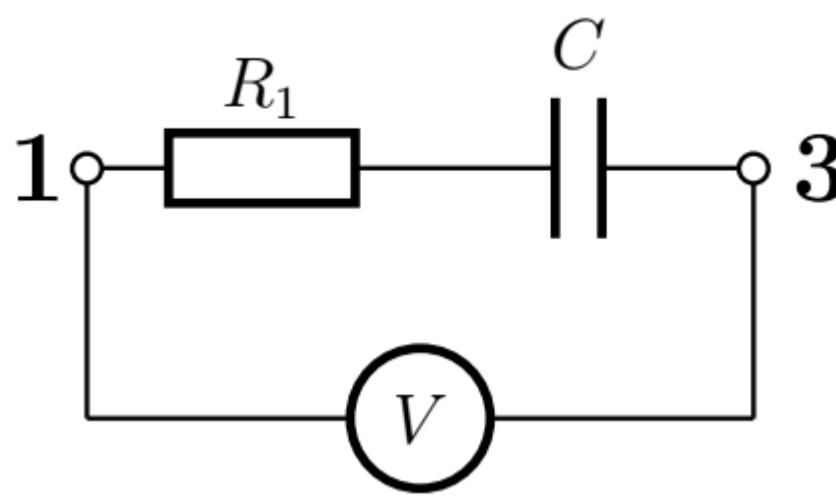
Соберём схему, указанную на рисунке, используя в качестве источника напряжения омметр в режиме измерения 2000 Ом.



Учитывая, что омметр представляет собой источник постоянной ЭДС  $\mathcal{E}$  с некоторым внутренним сопротивлением  $r$ , определим напряжение  $U_2$ , до которого зарядится конденсатор.

$$U_2 = \frac{\mathcal{E}R_2}{R_1 + R_2 + r}$$

Далее отключим вывод 3 конденсатора от цепи и соберём следующую схему:



Показания подключенного таким образом вольтметра будут изменяться (уменьшаться) во времени, однако из-за сравнительно большого сопротивления мультиметра в режиме вольтметра изменение во времени будет относительно медленное. Фиксируя второе-третье показание вольтметра, можно сравнительно точно определить начальное напряжение на нём, которое связано с напряжением зарядки конденсатора:

$$U'_2 = \frac{U_2 R_V}{R_1 + R_V} = \frac{\mathcal{E} R_2}{R_1 + R_2 + r} \cdot \frac{R_V}{R_1 + R_V}$$

Повторим эти измерения 5 раз, получим серию для  $U'_2$  и найдём среднее значение.

$U'_2, \text{ В}$					$\langle U'_2 \rangle, \text{ В}$
1	2	3	4	5	
					1,62
1,60	1,62	1,61	1,64	1,63	

Проведем аналогичные измерения, поменяв местами резисторы  $R_1$  и  $R_2$  при зарядке конденсатора омметром. В этом случае напряжение на вольтметре:

$$U'_1 = \frac{U_1 R_V}{R_1 + R_V} = \frac{\mathcal{E} R_1}{R_1 + R_2 + r} \cdot \frac{R_V}{R_1 + R_V}.$$

Выполним аналогичную серию измерений для  $U'_1$ .

$U'_1, \text{ В}$					$\langle U'_1 \rangle, \text{ В}$
1	2	3	4	5	
					1,11
1,10	1,13	1,10	1,12	1,10	

Через отношение напряжений  $U'_2$  и  $U'_1$  найдём отношение сопротивлений  $R_2$  и  $R_1$ :

$$\frac{U'_2}{U'_1} = \frac{R_2}{R_1} = 1,46.$$

Зная сумму сопротивлений, определим  $R_2 = 68,5 \text{ кОм}$ ,  $R_1 = 46,9 \text{ кОм}$ .

Для определения ёмкости конденсатора подключим омметр к выводам 2 – 3 и подождём несколько минут, предполагая, что за это время напряжение на конденсаторе установится равным ЭДС омметра  $\mathcal{E}$ . Переключив мультиметр в режим вольтметра, подключим его к выводам 2-3 и определим напряжение

$$U_3 = \frac{R_V}{R_2 + R_V} \mathcal{E}$$

в начальный момент времени после подключения (второе-третье показания вольтметра). Повторив измерения 5 раз, получим серию для  $U_3$ . Перед каждым новым измерением обязательно будем разряжать конденсатор, замыкая выводы 3 и 1.

$U_3, \text{ В}$					$\langle U_3 \rangle, \text{ В}$
1	2	3	4	5	
					2,68
2,68	2,66	2,70	2,65	2,68	

Затем повторим эксперимент, подключив к выводу 3 конденсатор известной ёмкости, и зарядим цепочку конденсаторов  $C$  и  $C_0$  от омметра через сопротивление  $R_2$  в течение нескольких минут. Установившееся напряжение на конденсаторе  $C$  при этом будет равно  $\frac{\mathcal{E} C_0}{C_0 + C}$ . Отключим конденсатор  $C_0$ , снова измерим напряжение между выводами 2 – 3. В первый момент времени после подключения оно равно  $U_4 = \frac{R_V}{R_2 + R_V} \frac{C_0}{C_0 + C} \mathcal{E}$ . При каждом новом измерении обязательно будем разряжать конденсаторы. Полученная серия для  $U_4$  приведена ниже в таблице.

$U_4, \text{ В}$					$\langle U_4 \rangle, \text{ В}$
1	2	3	4	5	
					1,33
1,32	1,35	1,34	1,34	1,30	

Через равенство отношений напряжений и ёмкостей

$$\frac{U_3}{U_4} = \frac{C_0 + C}{C_0} \approx 2,02$$

вычислим значение искомой ёмкости

$$C = C_0 \left( \frac{U_3}{U_4} - 1 \right) \approx 10,2 \text{ мкФ.}$$

Ответ:  $R_1 = 46,9 \text{ кОм}; R_2 = 68,5 \text{ кОм}; C = 10,2 \text{ мкФ}$

 Website in English

2020 — Мы те, кого должны превзойти.