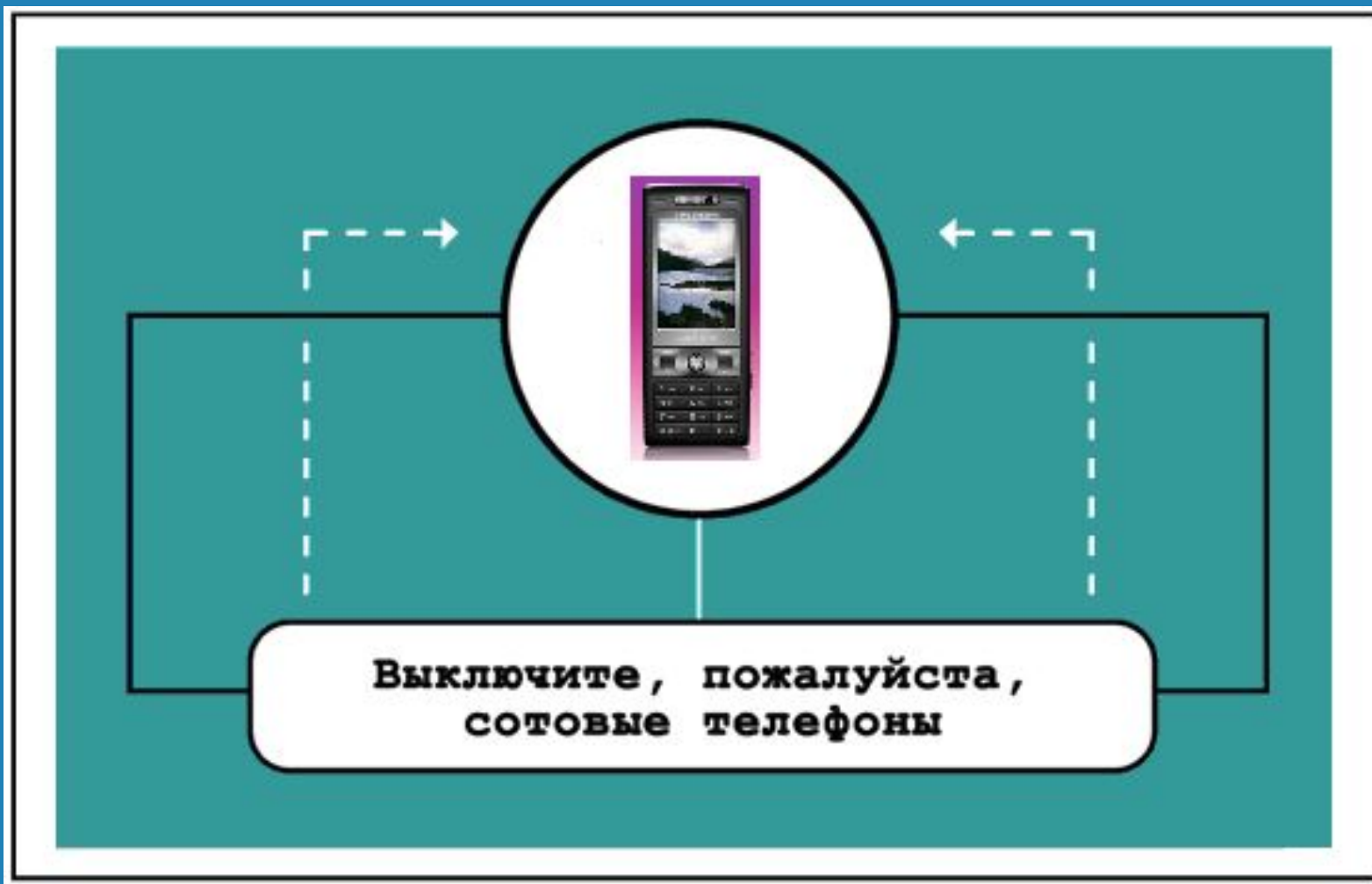


# СОТОВЫЕ ТЕЛЕФОНЫ



# Лекция 3

## Методы эквивалентных преобразований электрических цепей

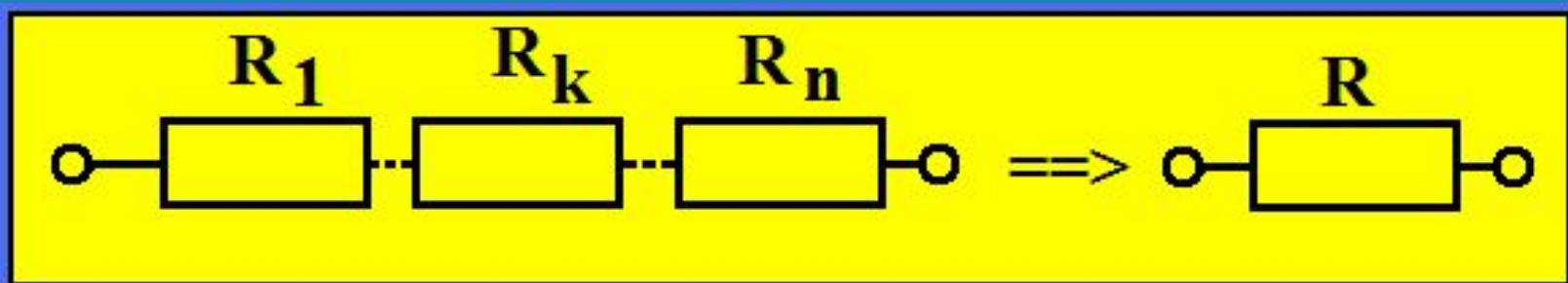
# Резистивные цепи

- Линейными резистивными цепями называются электрические цепи, состоящие только из линейных резистивных элементов и источников.

# Методы преобразования

- **При всех случаях замены заданных схем эквивалентными, не должны изменяться токи и напряжения на участках цепи, оставшихся без преобразования.**

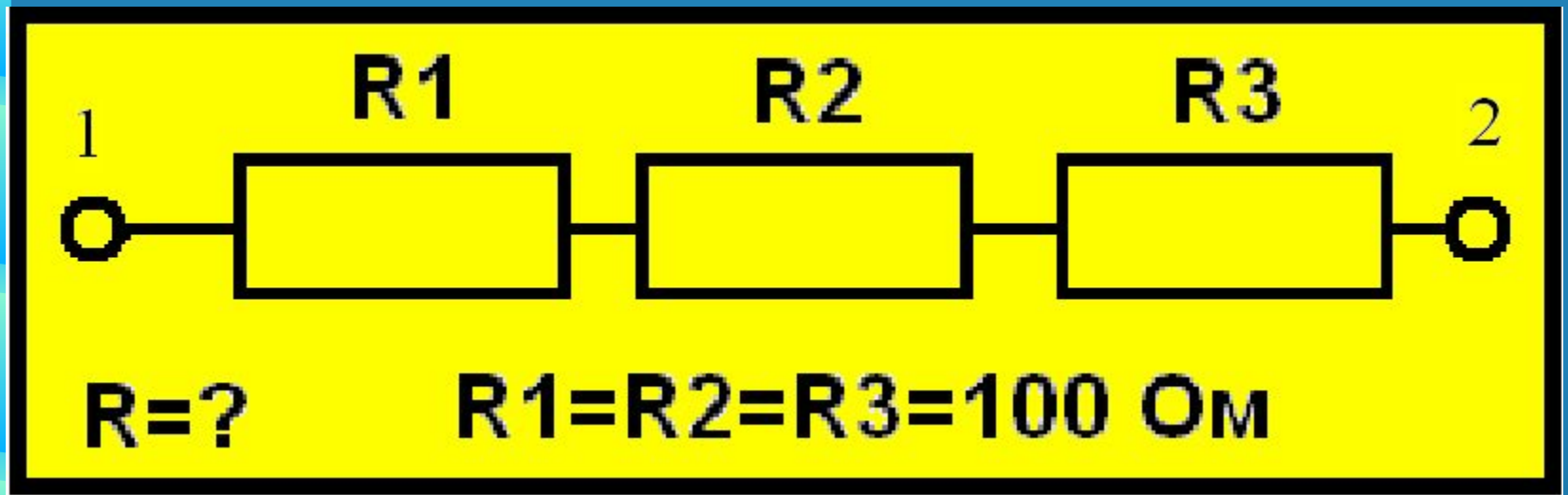
# Замена **последовательно** соединённых сопротивлений одним эквивалентным



$$R = \sum_{k=1}^n R_k$$

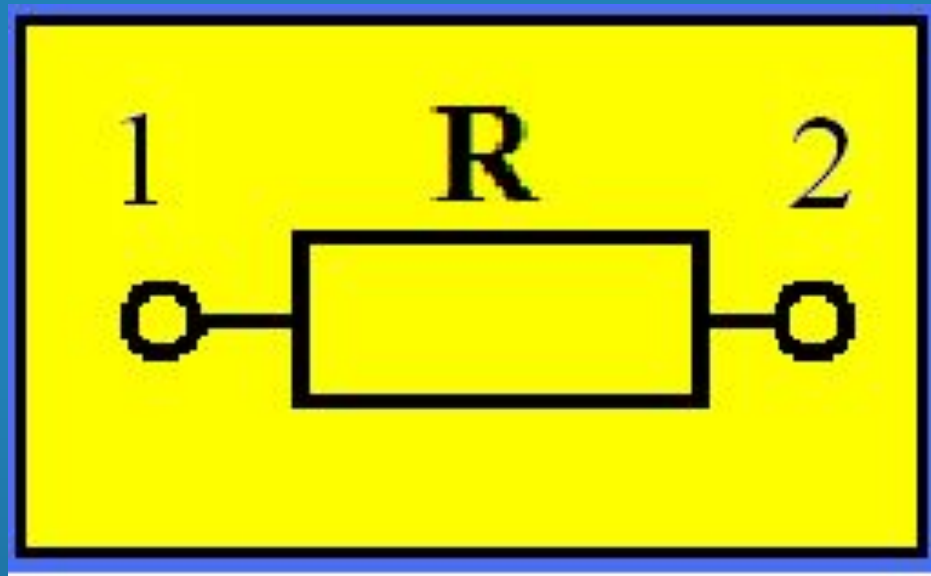
**Последовательное соединение.**

**Найти общее сопротивление R.**



**Решение:**

$$R=R_1+R_2+R_3=100+100+100=300 \text{ Ом.}$$



# Проводимость

$$G = \frac{1}{R}$$

- Величина, обратная сопротивлению, есть электрическая **проводимость**.



# Пример.

Проводимость резистора

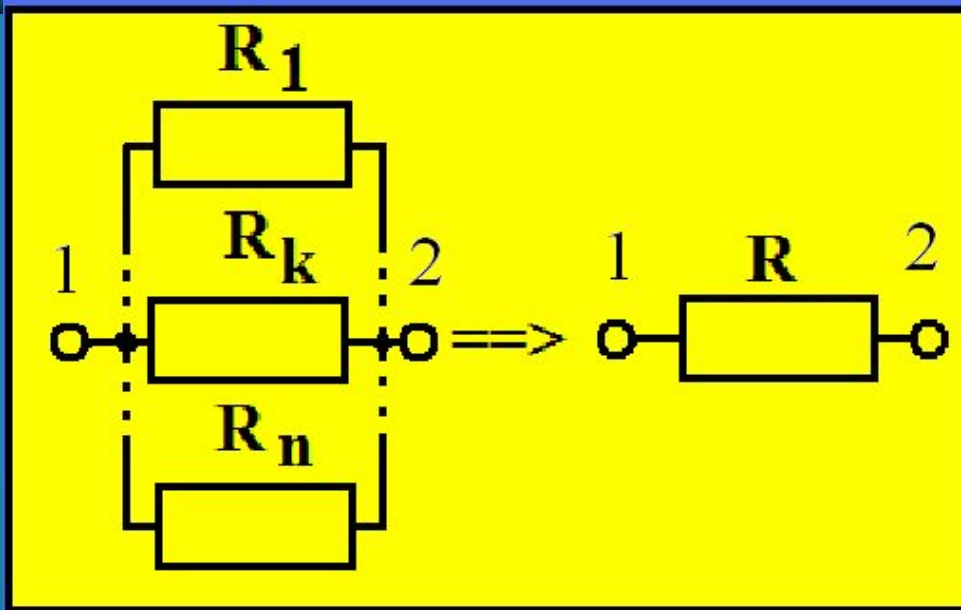
$$G=0,25 \text{ См.}$$

Определить  
сопротивление резистора.

# Решение.

$$R=1/G=1/0,25=4 \text{ Ом.}$$

# Замена **параллельно** соединённых сопротивлений одним эквивалентным



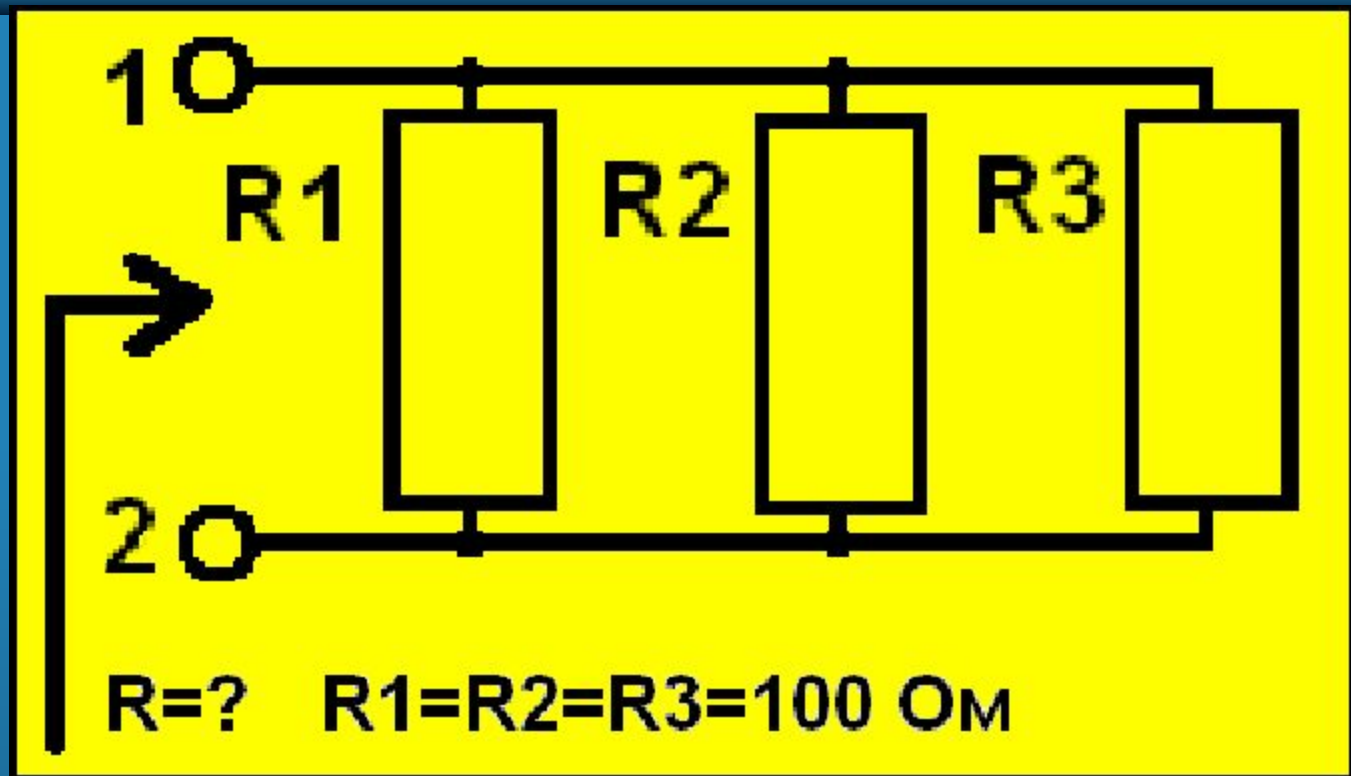
$$G = \sum_{k=1}^n G_k,$$

$$G_k = \frac{1}{R_k},$$

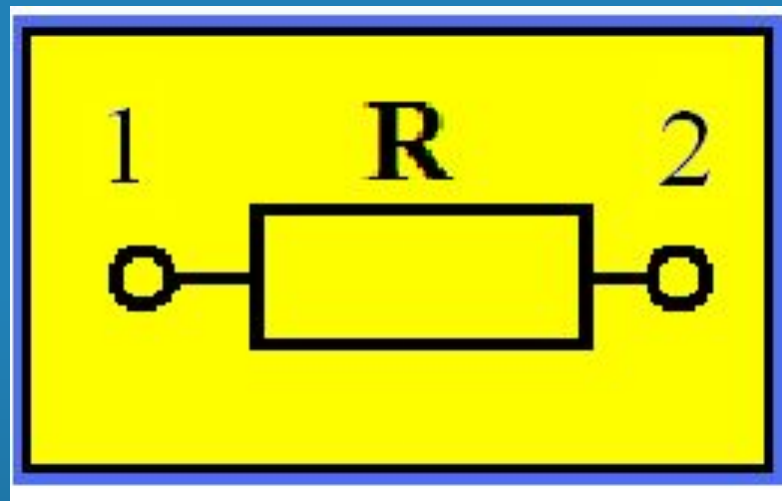
$$R = \frac{1}{G}$$

# Параллельное соединение.

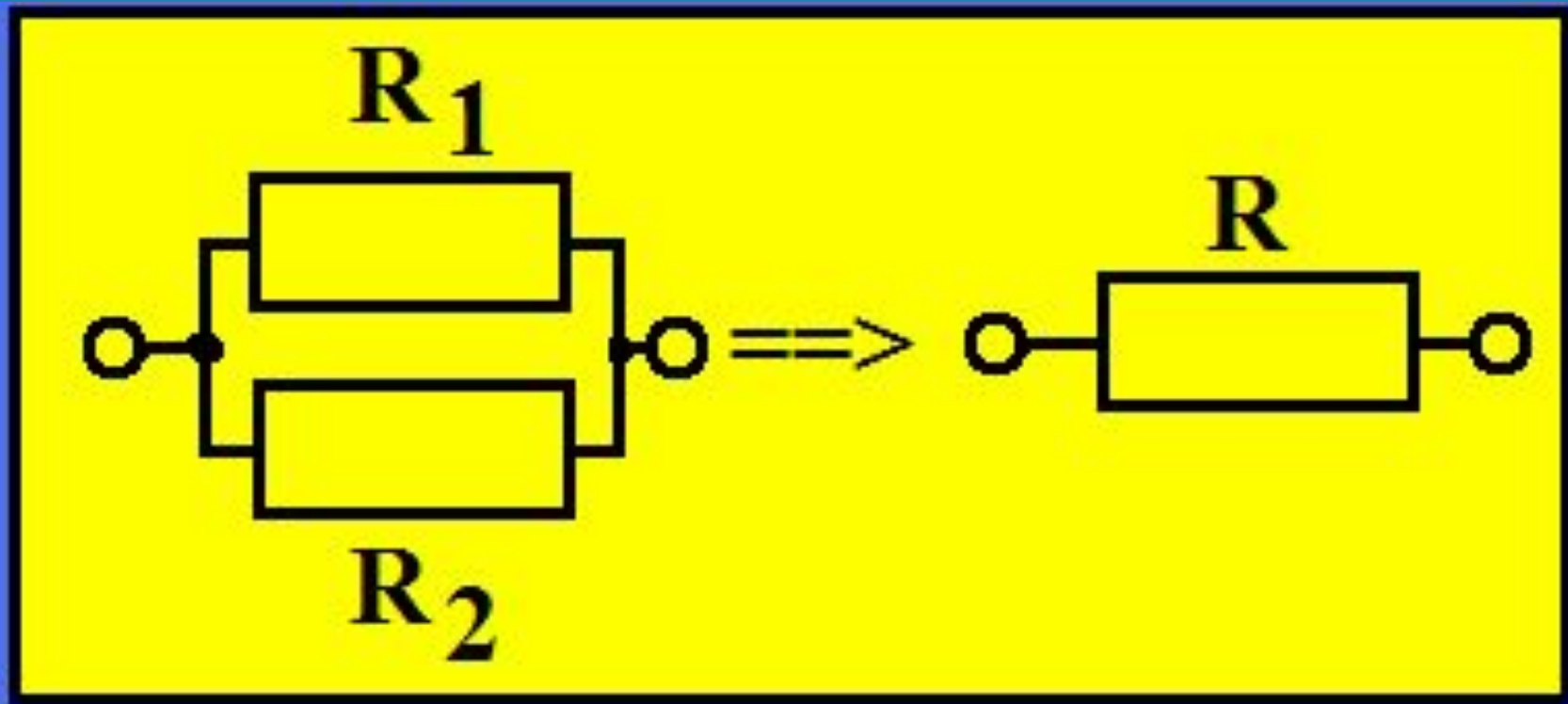
Найти общее сопротивление  $R$ .



**Решение: Находим  $G_1, G_2, G_3$ . Далее  
 $G = G_1 + G_2 + G_3 = 0,01 + 0,01 + 0,01 = 0,03 \text{ См.}$   
 $R = 1/G = 1/0,03 = 33,333 \text{ Ом.}$**



# Для $n=2$ . $R=?$



# ОТВЕТ.

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

# Смешанное соединение

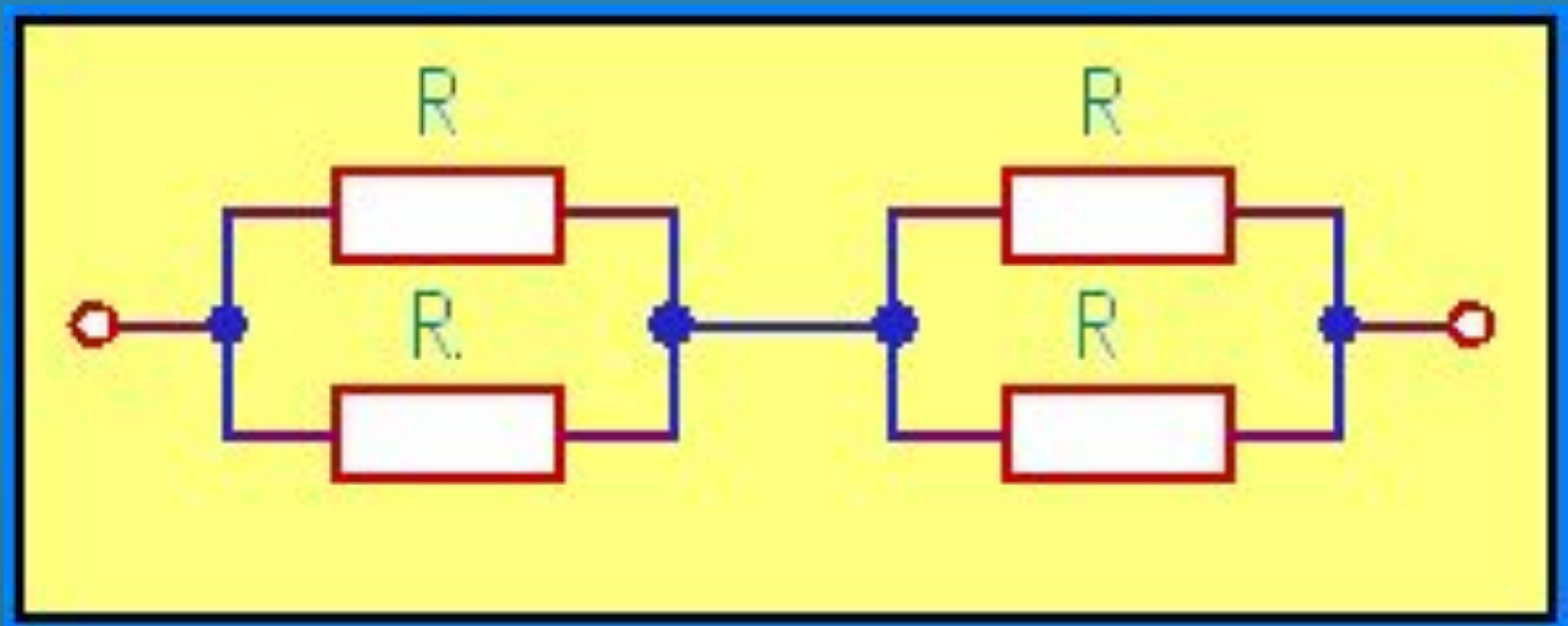
**Смешанное** соединение резисторов представляет собой сочетание последовательного и параллельного соединений.



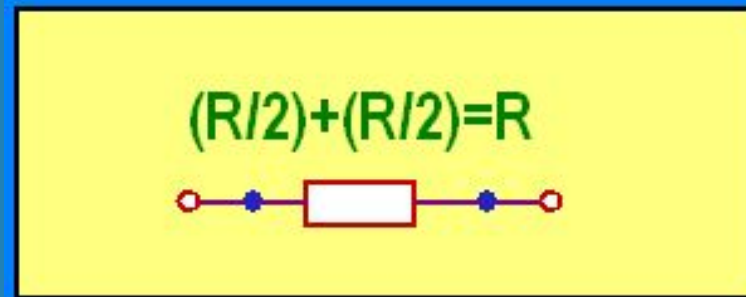
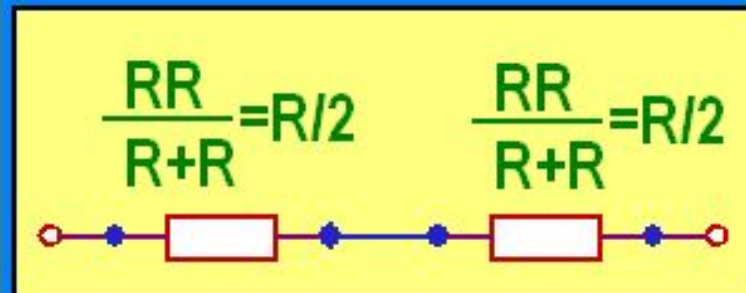
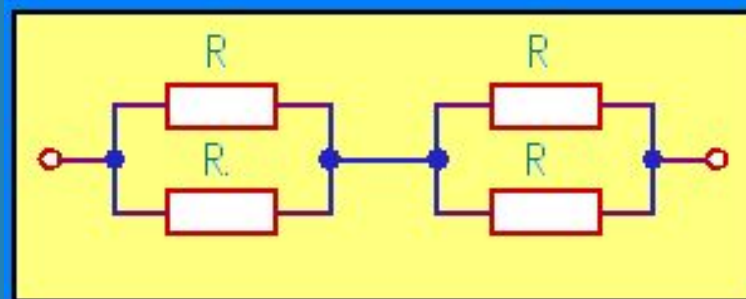
**Пример.**

**Смешанное соединение.**

**Найти общее сопротивление.**

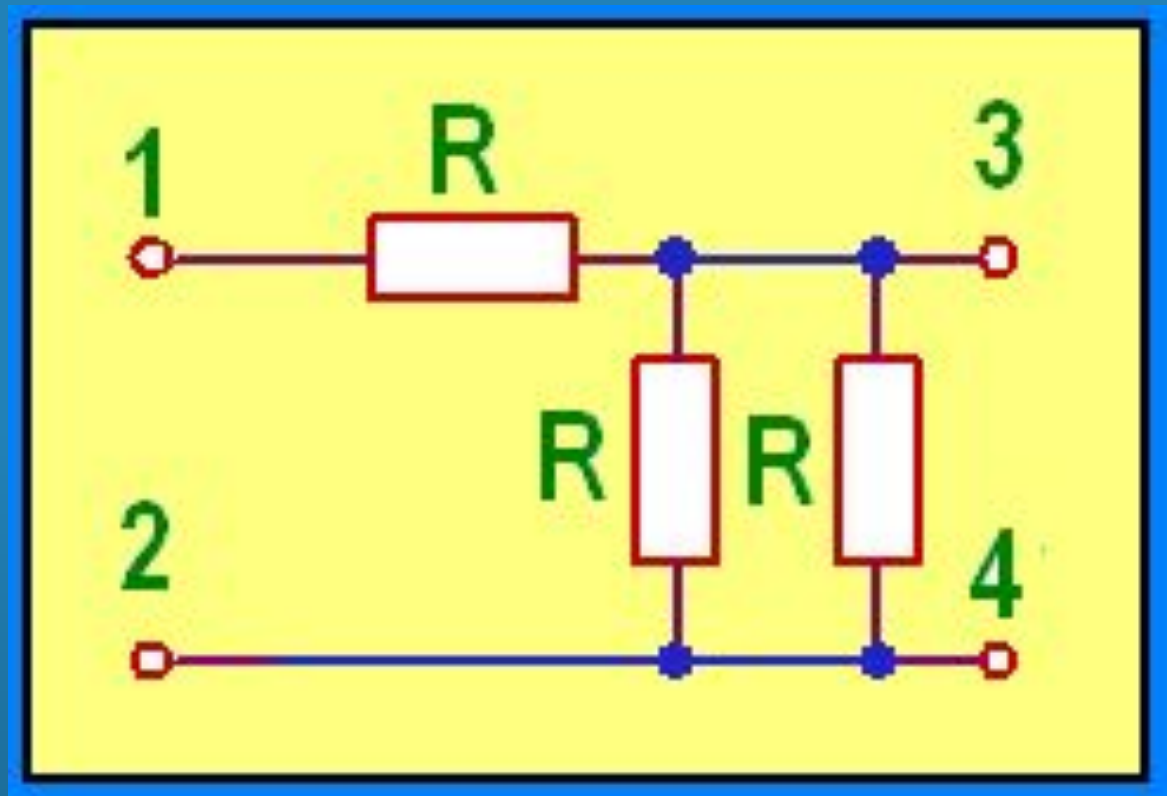


# Решение

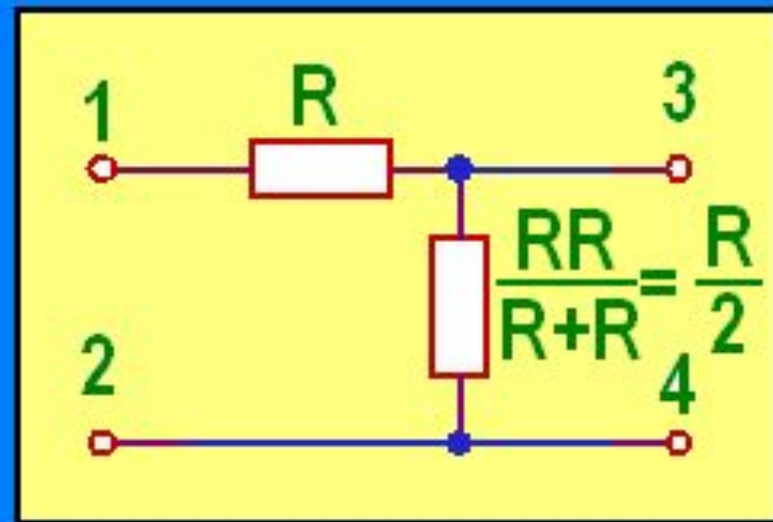
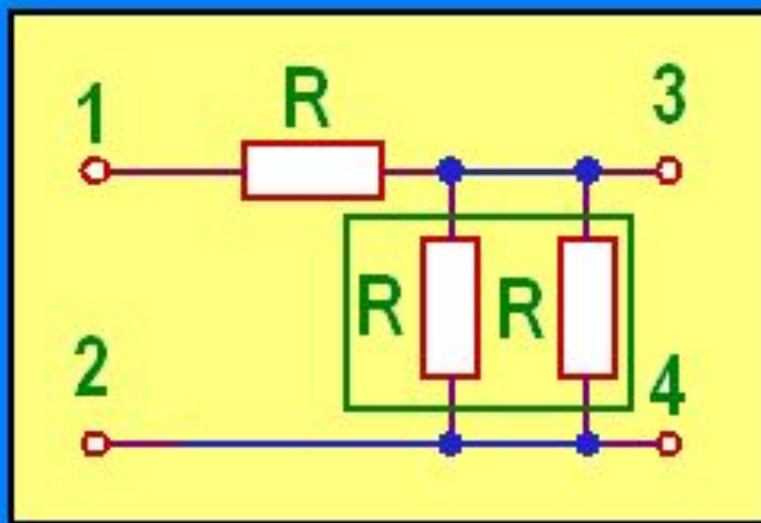


# Пример.

Найти сопротивление относительно точек 3-4.



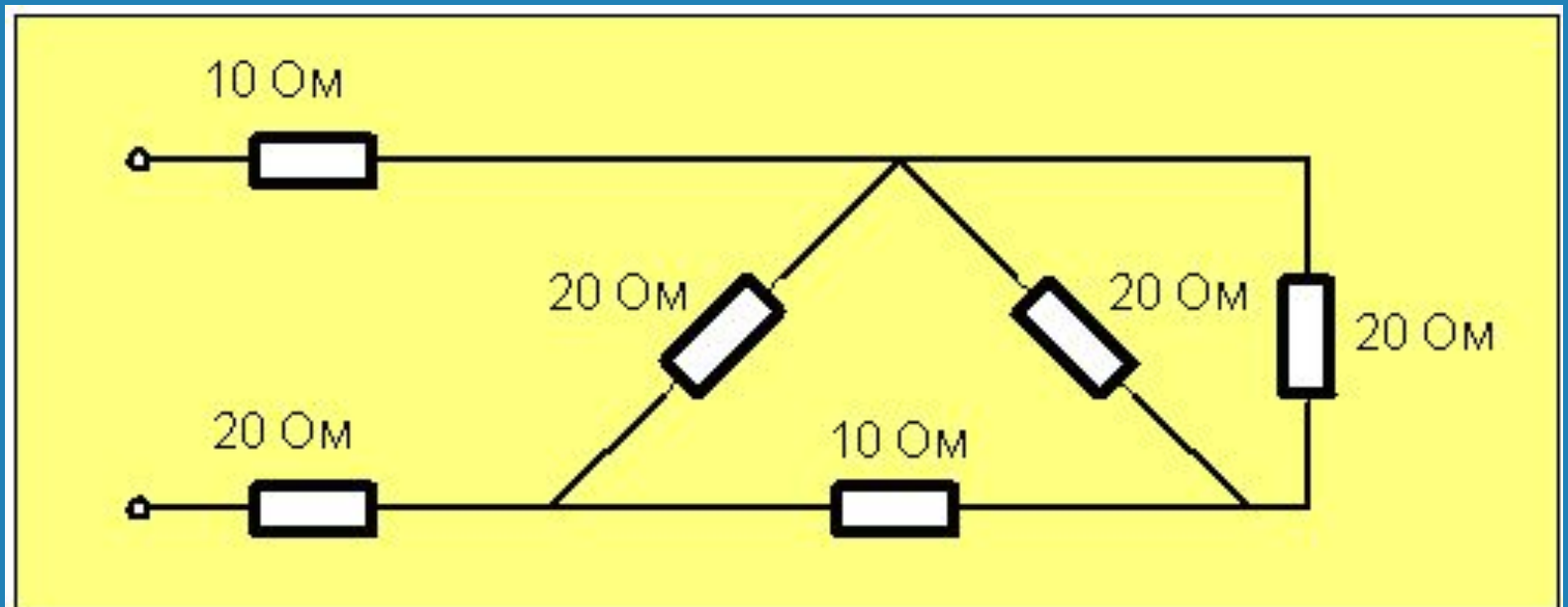
# Решение



$$R_{34} = \frac{R}{2}$$

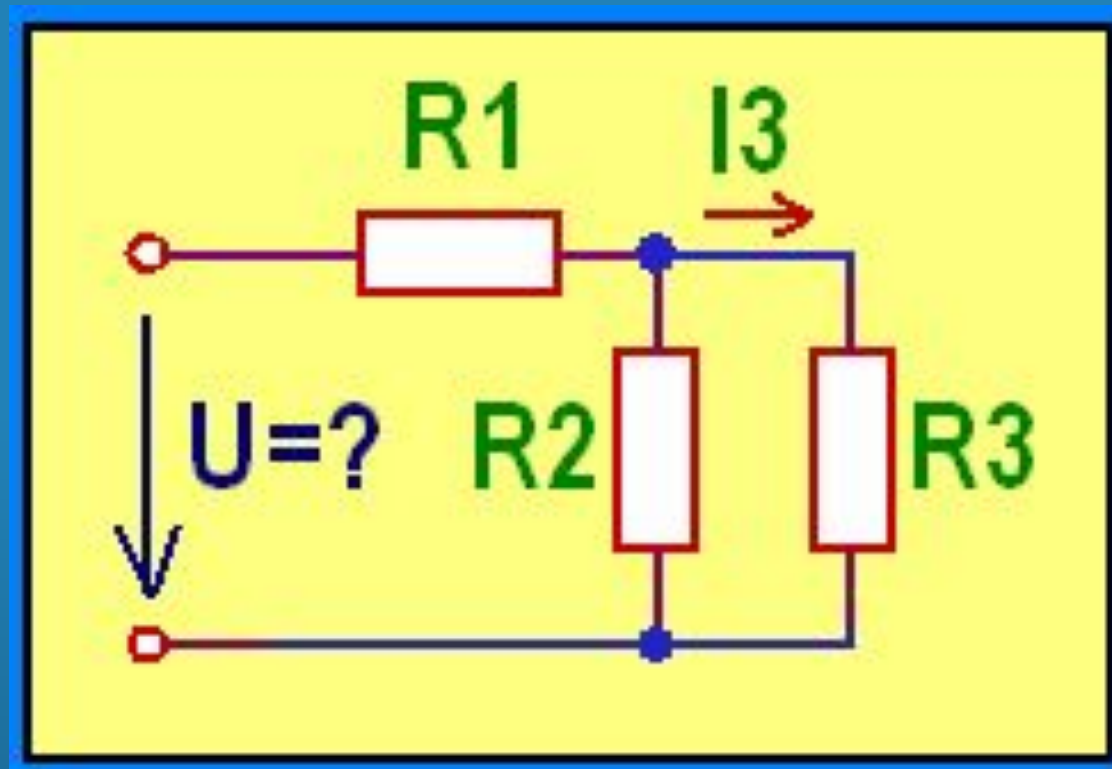
# Пример

Значение входного сопротивления цепи в омах равно .....

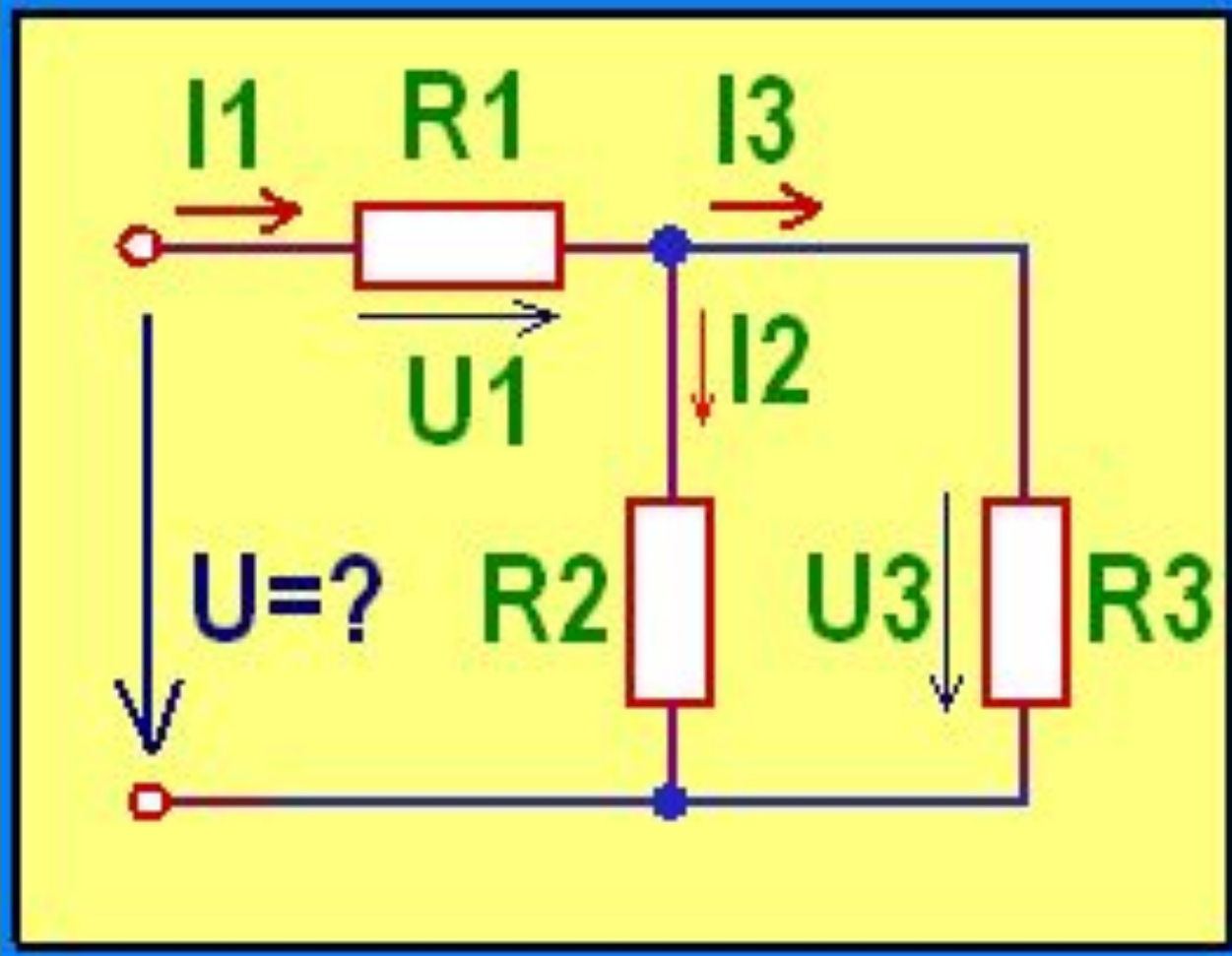


# Пример.

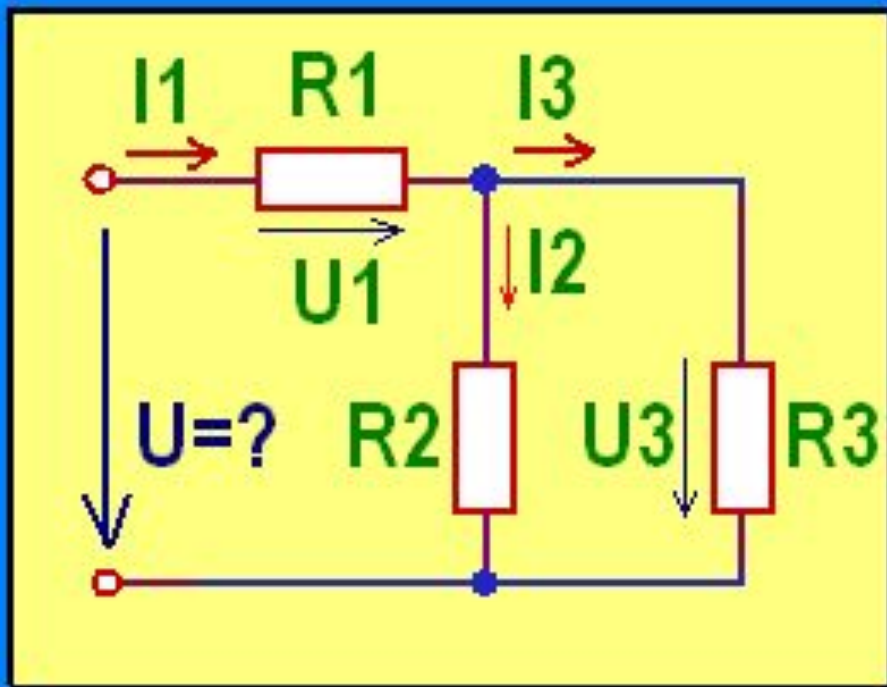
Найти входное напряжение  $U$ , если  $I_3$  задан



# Решение



# Решение



$$R_3 \cdot I_3 = U_3,$$

$$\frac{U_3}{R_2} = I_2,$$

$$I_1 = I_2 + I_3,$$

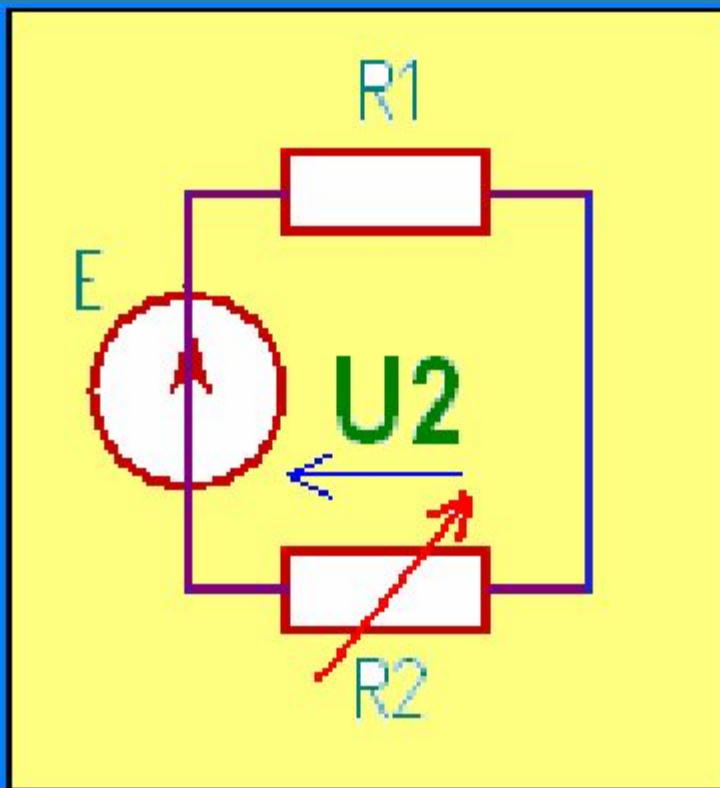
$$U_1 = R_1 \cdot I_1,$$

$$U = U_1 + U_3.$$



# Пример.

Построить зависимость  $U_2$  от тока в цепи, который изменяется с изменением  $R_2$  с шагом 1 Ом.

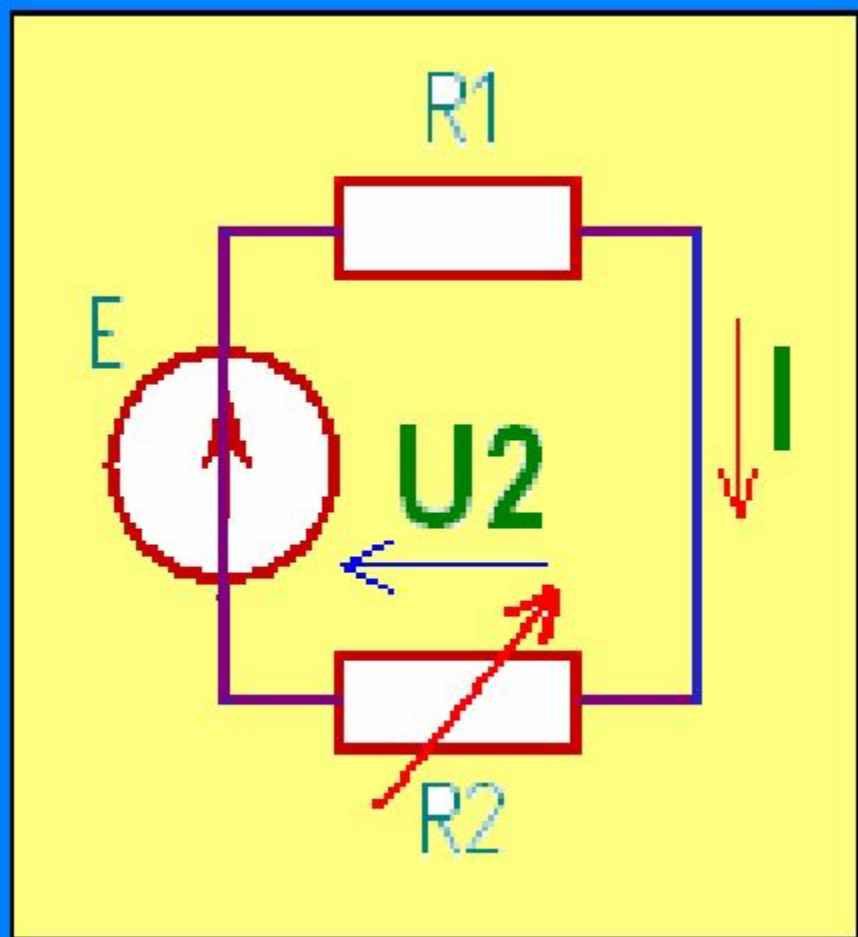


$$R_1 = 2 \text{ Ом},$$

$$E = 12 \text{ В},$$

$$R_2 = 0 \dots 10.$$

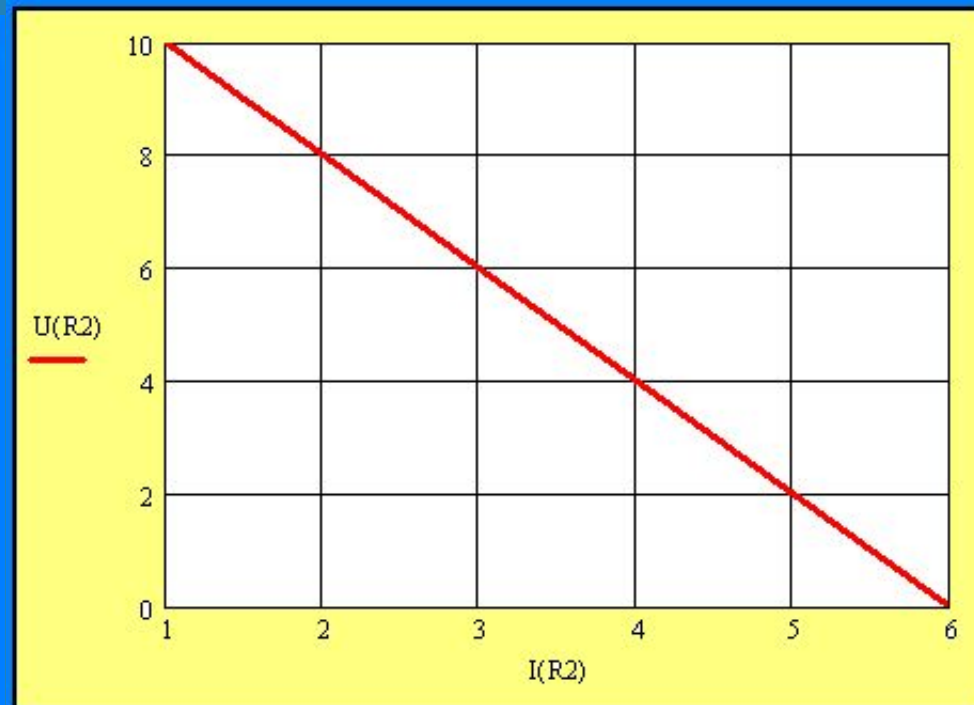
# Решение



$$I(R_2) = \frac{E}{R_1 + R_2},$$
$$U_2(R_2) = R_2 \cdot I(R_2).$$

# Решение:

R2 =	I(R2) =	U(R2) =
0	6	0
1	4	4
2	3	6
3	2.4	7.2
4	2	8
5	1.714	8.571
6	1.5	9
7	1.333	9.333
8	1.2	9.6
9	1.091	9.818
10	1	10



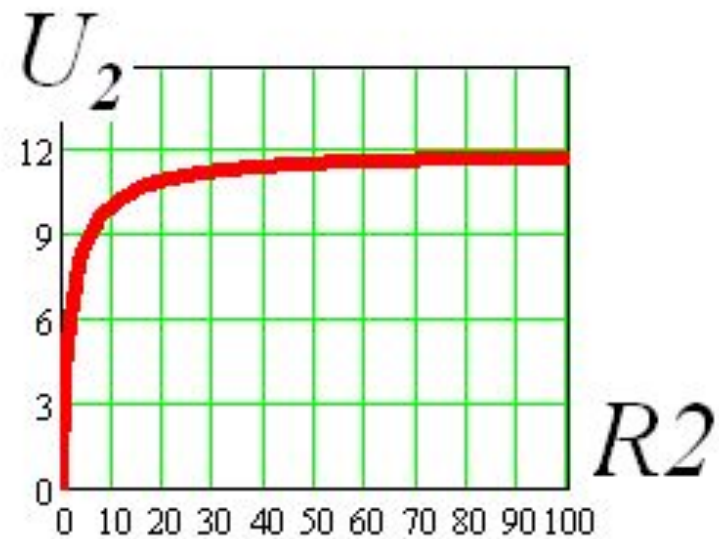
$$U_2 = 12 - 2 \cdot I$$

**Пример 2.** Нарисовать примерную зависимость  $U_2$  от изменения  $R_2$  (качественно).

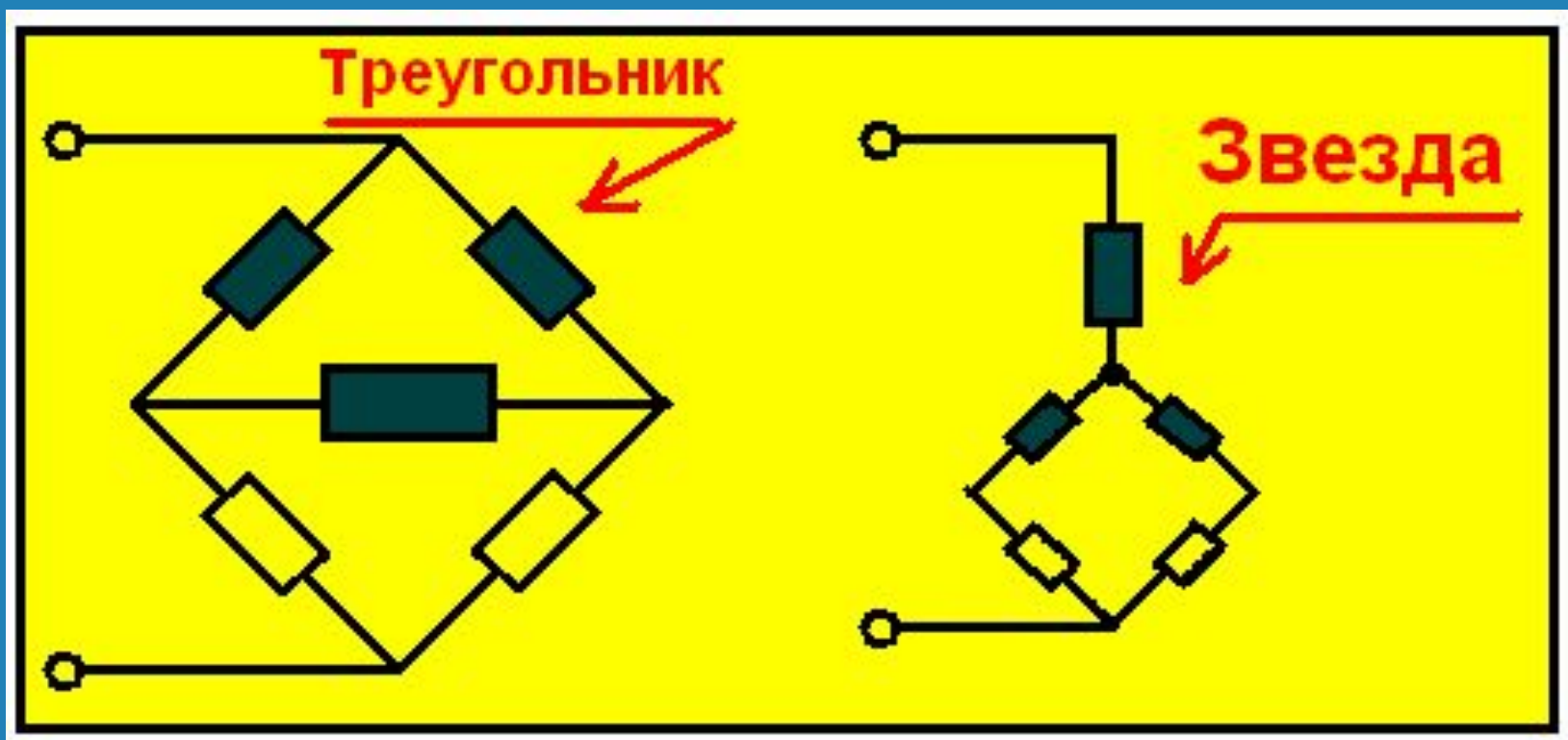
$$I(R_2) = \frac{E}{R_1 + R_2},$$

$$U_2(R_2) = R_2 \cdot I(R_2).$$

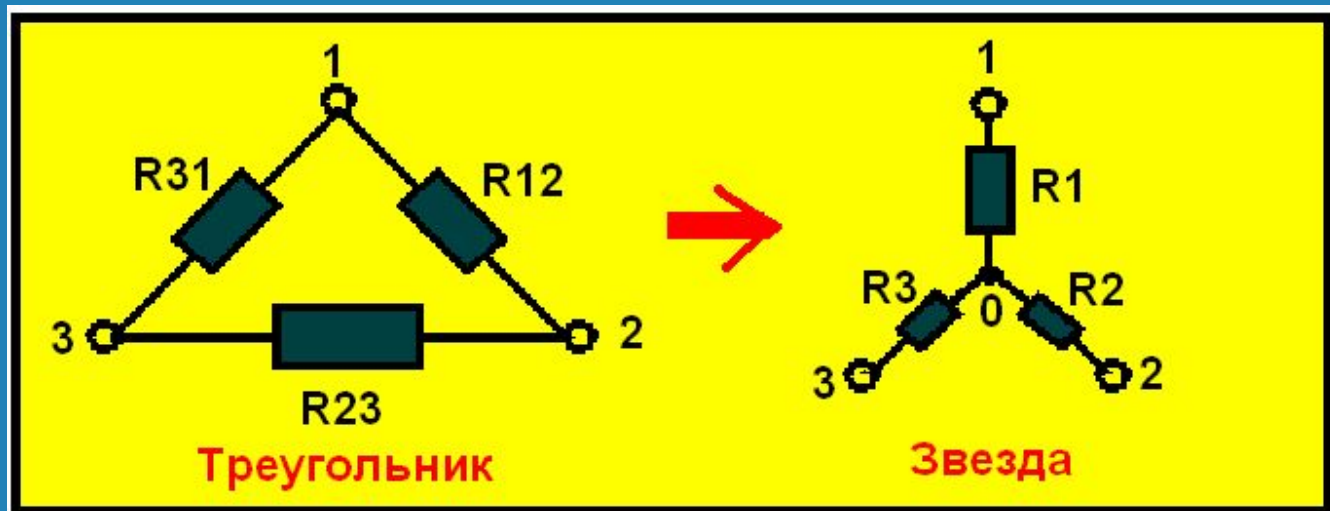
$$U_2(R_2) = R_2 \cdot \frac{E}{R_1 + R_2}.$$



# Преобразование треугольника в эквивалентную звезду:

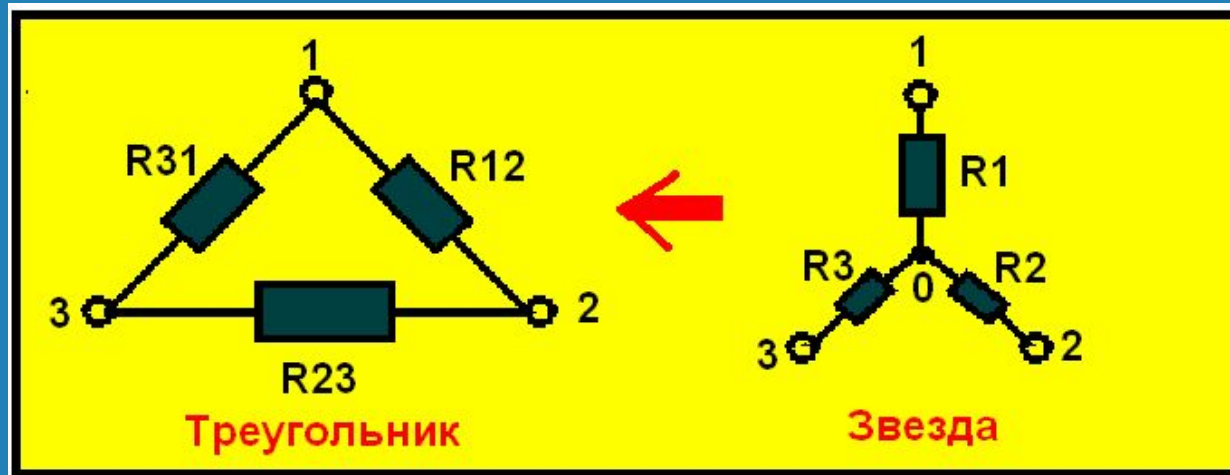


# Формулы преобразования треугольника в эквивалентную звезду



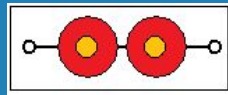
$$R_1 = \frac{R_{12}R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}, R_2 = \frac{R_{23}R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}, R_3 = \frac{R_{31}R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

# Формулы преобразование звезды в эквивалентный треугольник



$$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3}, \quad R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1},$$
$$R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_3 R_1}{R_2}.$$

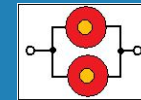
# При последовательном и параллельном соединении R, L, C



$$R = \sum_k R_k$$

$$L = \sum_k L_k$$

$$\frac{1}{C} = \sum_k \frac{1}{C_k}$$



$$G = \sum_k G_k$$

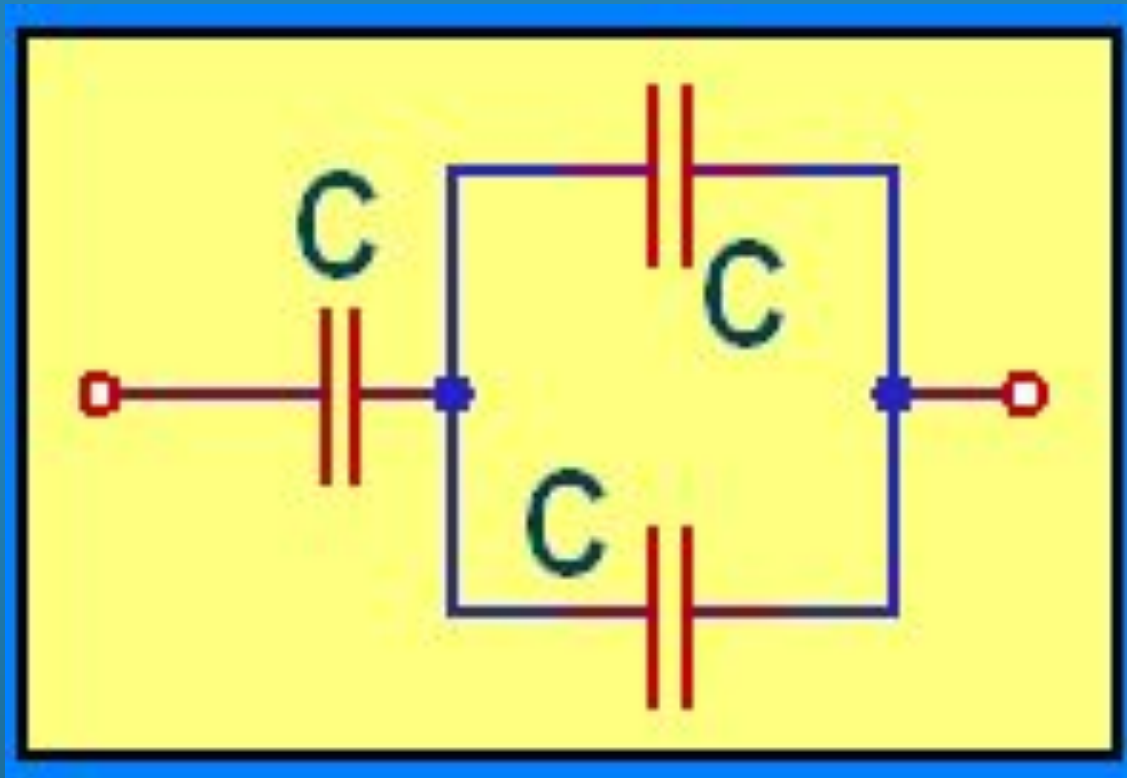
$$\frac{1}{L} = \sum_k \frac{1}{L_k}$$

$$C = \sum_k C_k$$

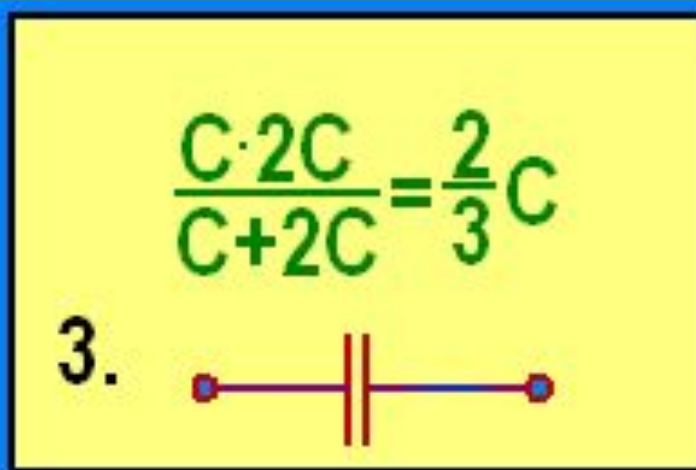
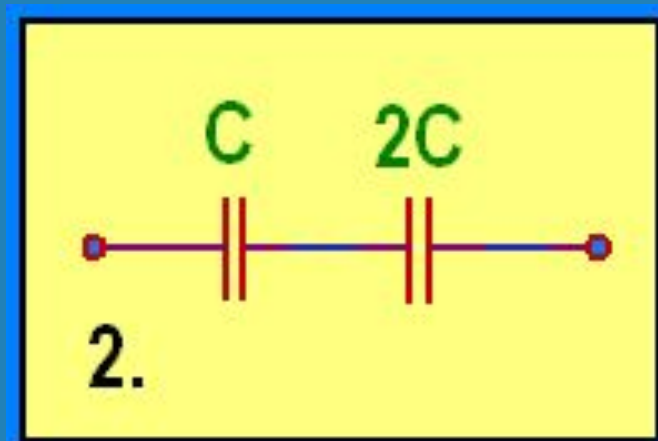
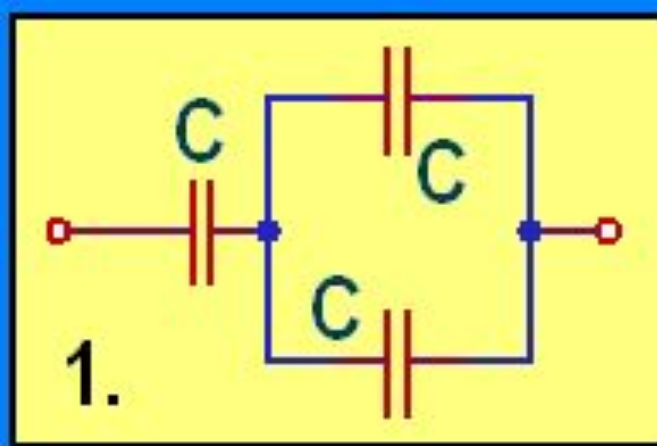


# Пример.

Найти эквивалентную емкость  
двухполюсника

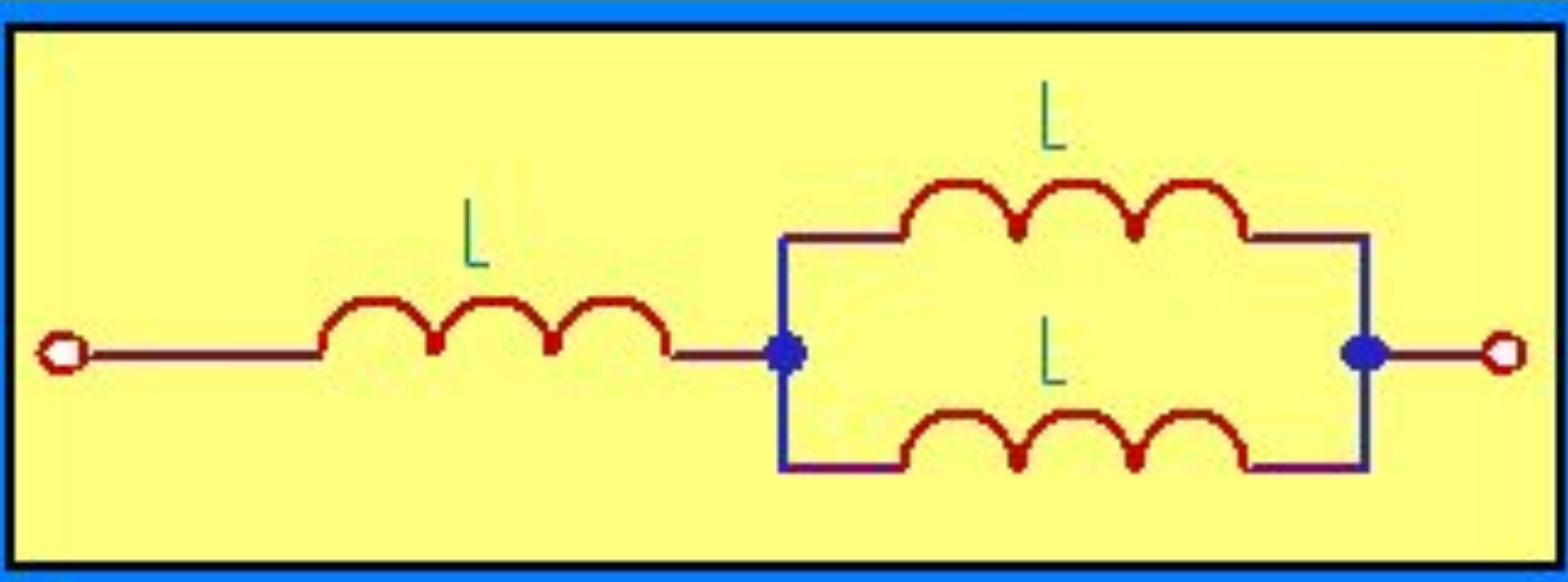


# Решение:

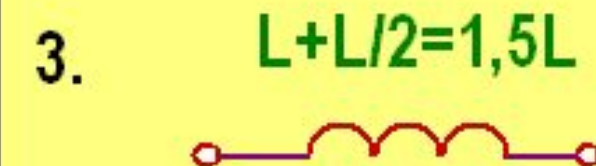
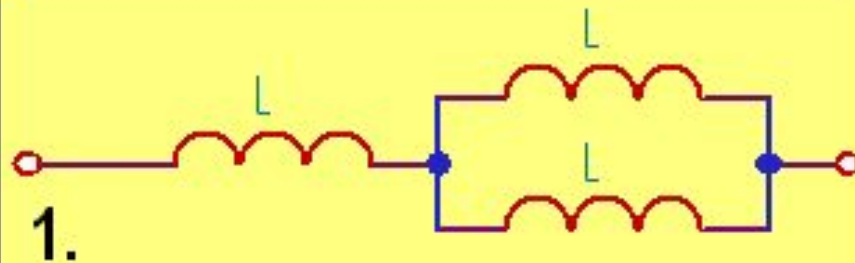


# Пример.

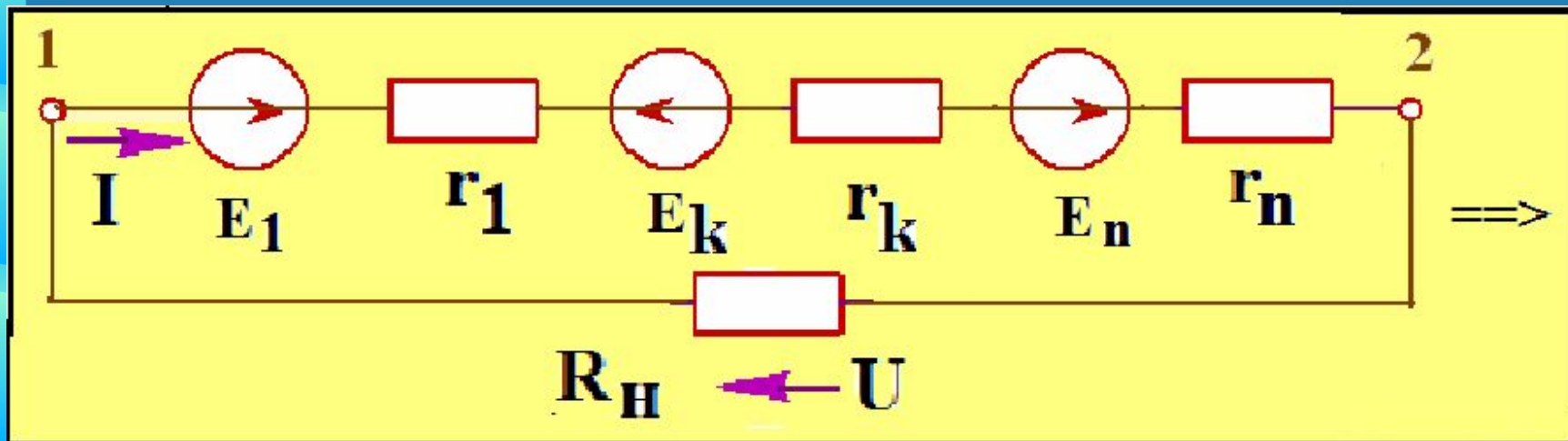
Найти эквивалентную индуктивность двухполюсника



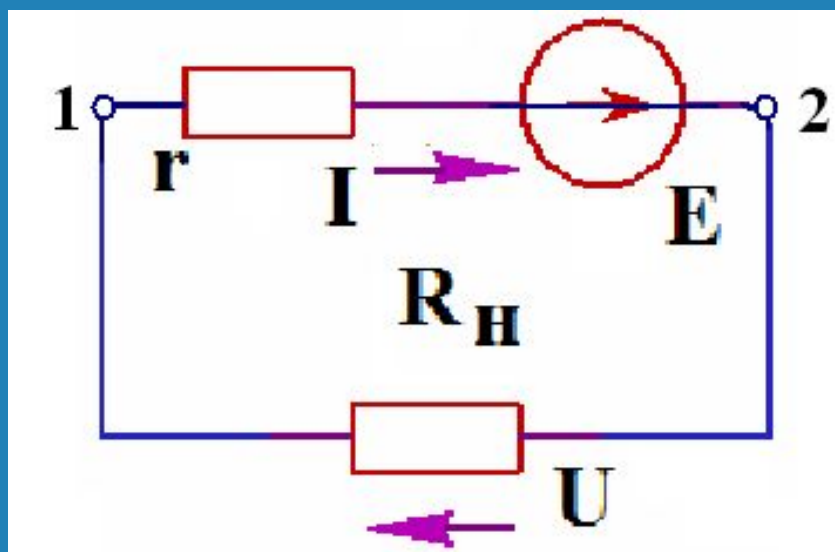
# Решение



# Метод замены несколько последовательно соединенных генераторов напряжения одним эквивалентным



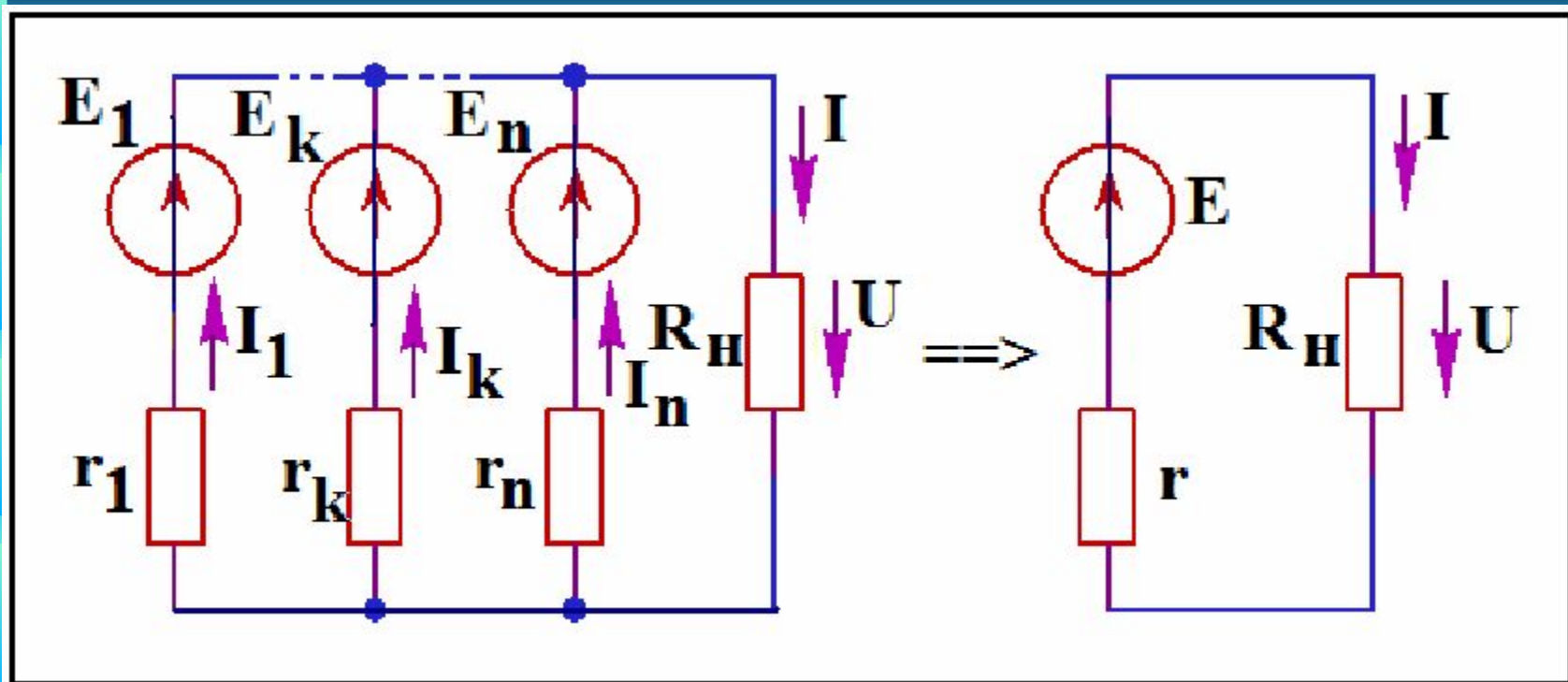
# Эквивалентный генератор



$$E = \sum_{k=1}^n E_k$$
$$r = \sum_{k=1}^n r_k$$

«+» если  $E_k$  совпадает с  $E$ , иначе «-».

# Метод замены нескольких параллельно соединенных генераторов напряжения одним эквивалентным



# Эквивалентный генератор

$$E = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{E_k}{r_k}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{r_k}}, \quad r = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{r_k}}$$

« $+E_k$ » если совпадает с  $E$ , иначе « $-E_k$ ».



# Ток в нагрузке $R_H$

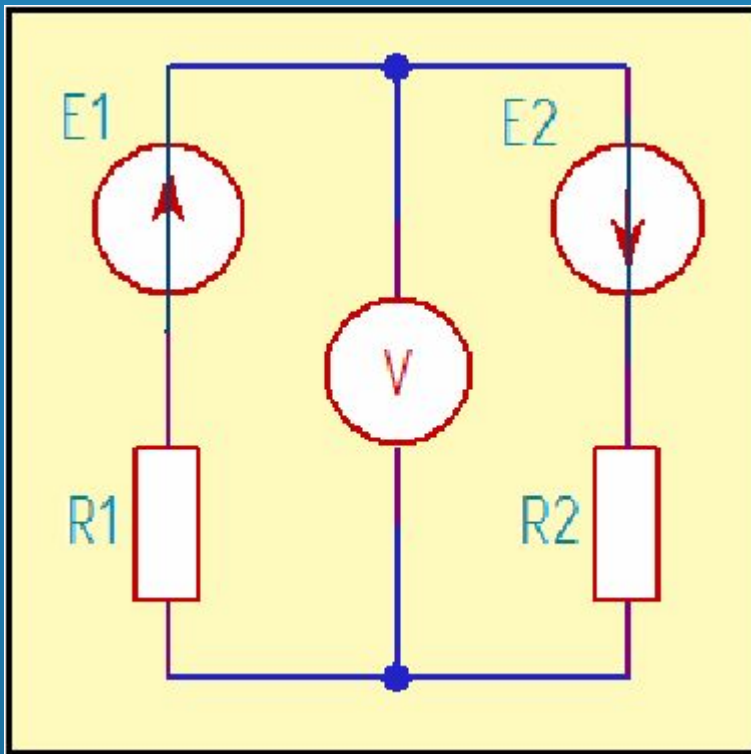
$$I = \frac{E}{r + R_H}$$

# ТОК В $k$ -ОЙ ВЕТВИ $(k=1, 2, \dots, n)$

$$I_k = \frac{E_k - U}{r_k}$$

# Пример.

Определить показания вольтметра, сопротивление которого бесконечно велико.



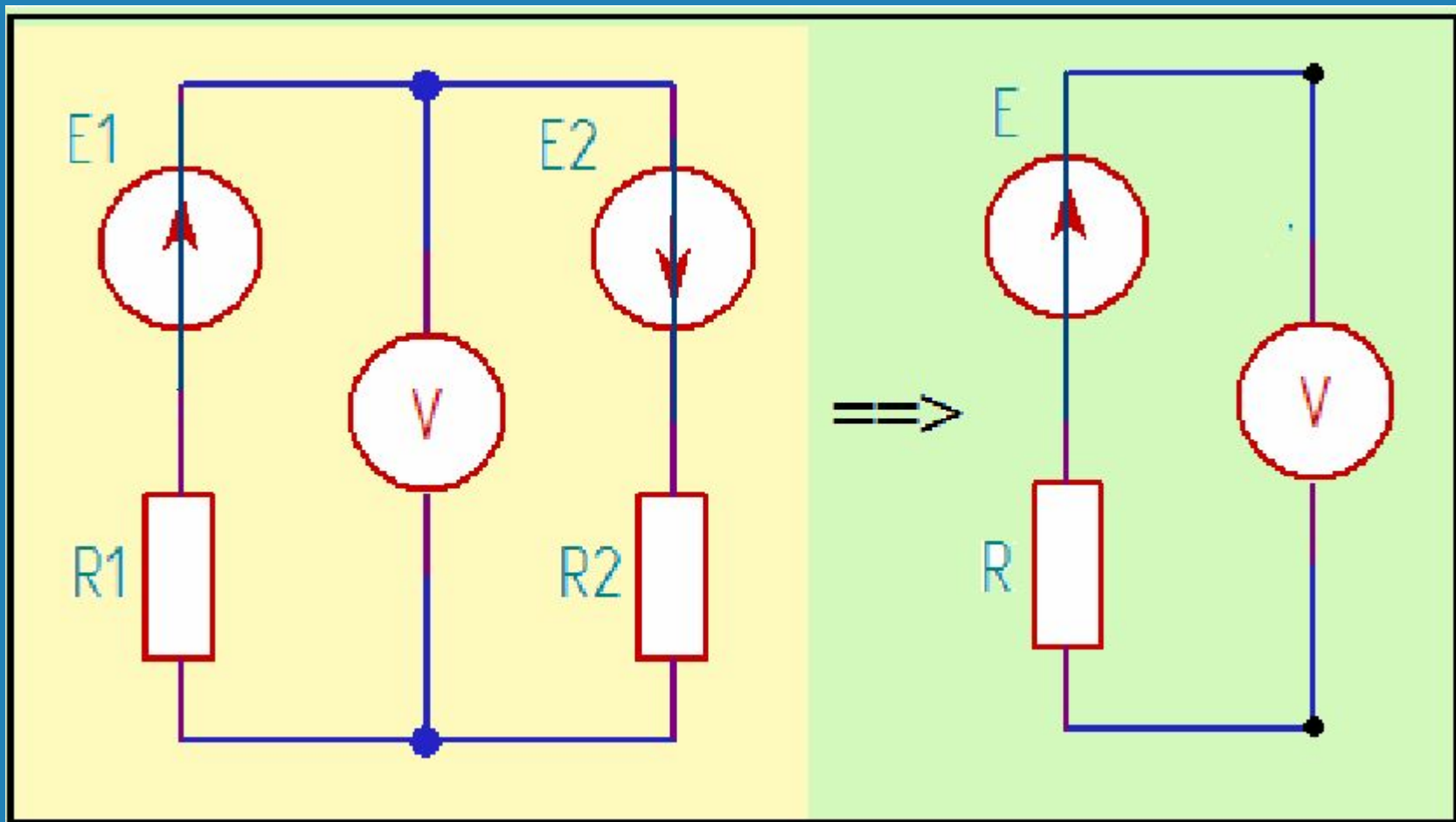
$$E1=40 \text{ В,}$$

$$E2=10 \text{ В,}$$

$$R1=R2=5 \text{ Ом.}$$

$$V=?$$

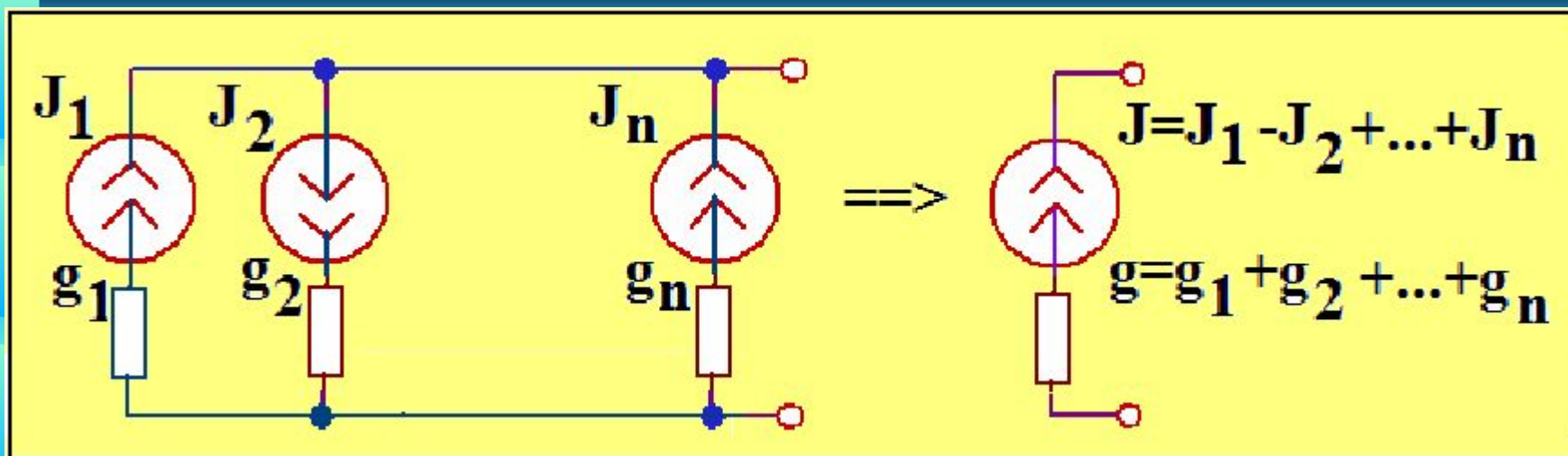
# Решение:



# ОТВЕТ.

$$V = E = \frac{\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{\frac{40}{5} - \frac{10}{5}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{5}} = 15 \text{ В.}$$

# Метод замены нескольких параллельно соединенных генераторов тока одним эквивалентным



$g$  – внутренняя проводимость

«+» если  $J_k$  совпадает с  $J$ , иначе «-».

Источник с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  можно заменить на источник тока  $J$  с внутренним сопротивлением  $r$  и наоборот.

