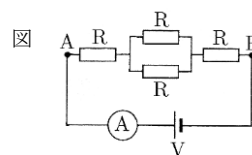


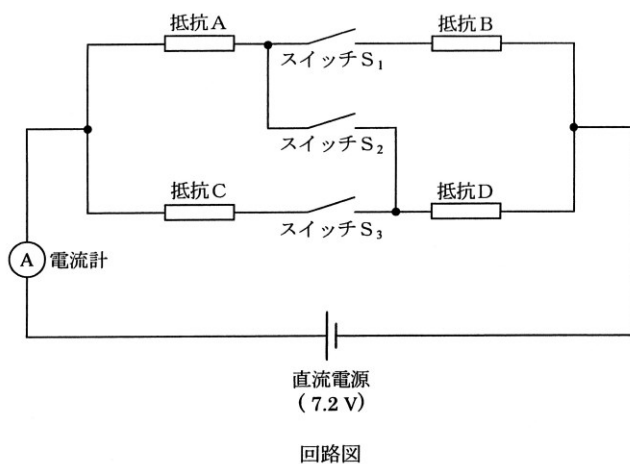
補充問題 熟技 24 合成抵抗と LED

- 問題 ① 図のように4個の抵抗器 R を組み合わせて回路をつくった。
このとき電流計を流れる電流はいくらか。 (ラ・サール高)



問題 ②

4つの抵抗 A、B、C、D、3つのスイッチ S_1 、 S_2 、 S_3 を用いて、下の図のような回路を組んだ。4つの抵抗は、抵抗値が $10\ \Omega$ 、 $20\ \Omega$ 、 $30\ \Omega$ 、 $40\ \Omega$ のものを1つずつ選んだが、どの抵抗がどの抵抗値かは不明である。次に、直流電源の電圧を $7.2\ \text{V}$ とし、それぞれのスイッチを入れたり切ったりしながら電流計の値を計測した。下の表は、結果の一部を記載したもので、スイッチの切れた状態を「×」、入れた状態を「○」と表してある。結果についてまとめた文を読んで、後の各問いに答えなさい。ただし、導線や電流計の抵抗は考えない。



表

	S_1	S_2	S_3	電流値 [mA]
ア	×	×	×	0
イ	○	×	×	180
ウ	×	○	×	240
エ	×	×	○	
オ	○	○	×	
カ	○	×	○	
キ	×	○	○	
ク	○	○	○	

【結果】3つのスイッチを入れたり切ったりする組み合わせは、表の「ア」～「ク」に示されるように8通りある。また、「イ」と「ウ」の結果から、4つの抵抗の抵抗値はそれぞれ、A：(①) Ω 、B：(②) Ω 、C：(③) Ω 、D：(④) Ω であることがわかる。さらに、「イ」～「ク」の中で電流計の値が最も大きいものは (⑤) であり、その値は最も小さい (⑥) の値の (⑦) 倍である。

1. 結果の文中の (①) ～ (④) に適当な数値を入れなさい。

2. 結果の文中の (⑤)、(⑥) に適当な記号「イ」～「ク」を入れ、(⑦) に適当な数値を入れなさい。

(筑波大附駒場高)

塾技 24 補充問題 解答・解説

解 1

「塾技 24 1」(3)より、並列部の合成抵抗は $\frac{R}{2}$ となるので、回路全体の抵抗は、 $R + \frac{R}{2} + R = \frac{5}{2}R$ となる。よって、流れる電流は、 $\frac{\text{電圧}}{\text{抵抗}} = \text{電圧} \div \text{抵抗} = V \div \frac{5}{2}R = \frac{2V}{5R}$ [A]

答 $\frac{2V}{5R}$ [A]

解 2

1. 抵抗 A, B, C, D をそれぞれ R_A, R_B, R_C, R_D とする。

表のイより、 $R_A + R_B = \frac{7.2}{0.180} = 40$ [Ω] …①

表のウより、 $R_A + R_D = \frac{7.2}{0.240} = 30$ [Ω] …②

R_A, R_B, R_C, R_D は、10Ω, 20Ω, 30Ω, 40Ω のどれかなので、①②より、 R_A と R_B と R_D が 40Ω になることはない。よって、 $R_C = 40$ Ω と決まる。一方、②より、 R_A と R_D が 30Ω になることはない。つまり、 R_A と R_D は 10Ω または 20Ω となるが、①より、 R_A が 20Ω となることはないので、 $R_A = 10$ Ω, $R_D = 20$ Ω と決まる。

以上より、 $R_A = 10$ Ω, $R_B = 30$ Ω, $R_C = 40$ Ω, $R_D = 20$ Ω と求められる。

答 ① 10, ② 30, ③ 40, ④ 20

2. エのときの回路全体の合成抵抗を $R_{\text{エ}}$ とすると、 $R_{\text{エ}} = R_C + R_D = 60$ [Ω]

オのとき、抵抗 B と抵抗 D は並列となるので、合成抵抗を R_{BD} とすると、

$$\frac{1}{R_{BD}} = \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_D} \quad \frac{1}{R_{BD}} = \frac{1}{30} + \frac{1}{20} \quad \frac{1}{R_{BD}} = \frac{5}{60} \quad R_{BD} = \frac{60}{5} = 12$$
 [Ω]

よって、オのときの回路全体の合成抵抗を $R_{\text{オ}}$ とすると、 $R_{\text{オ}} = R_A + R_{BD} = 22$ [Ω]

同様にカ、キ、クのときの回路全体の合成抵抗 $R_{\text{カ}}, R_{\text{キ}}, R_{\text{ク}}$ を求める。

カのとき、 $\frac{1}{R_{\text{カ}}} = \frac{1}{R_A + R_B} + \frac{1}{R_C + R_D}$ より、 $\frac{1}{R_{\text{カ}}} = \frac{1}{40} + \frac{1}{60}$ $R_{\text{カ}} = 24$ [Ω]

キのとき、抵抗 A と抵抗 C は並列となるので、合成抵抗を R_{AC} とすると、

$$\frac{1}{R_{AC}} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_C} \text{ より、} R_{AC} = 8$$
 [Ω]。よって、 $R_{\text{キ}} = R_{AC} + R_D = 28$ [Ω]

クのとき、 $R_{\text{ク}} = R_{AC} + R_{BD} = 20$ [Ω]

以上より、回路に流れる電流の値が最も大きくなるのは、回路全体の合成抵抗が最も小さいクのと看で、回路に流れる電流の値が最も小さくなるのは、回路全体の合成抵抗が最も大きいエのと看とわかる。

クのときの電流値は、 $\frac{7.2}{20} = 0.36$ [A] = 360mA, エのときの電流値は、 $\frac{7.2}{60} = 0.12$ [A] = 120mA と

なるので、⑦は、 $\frac{360}{120} = 3$ [倍] と求められる。

答 ⑤ ク, ⑥ エ, ⑦ 3