

ブレットボードを用いた 難しい合成抵抗の学習

福井大学 教育学部
栗原 一嘉

はじめに

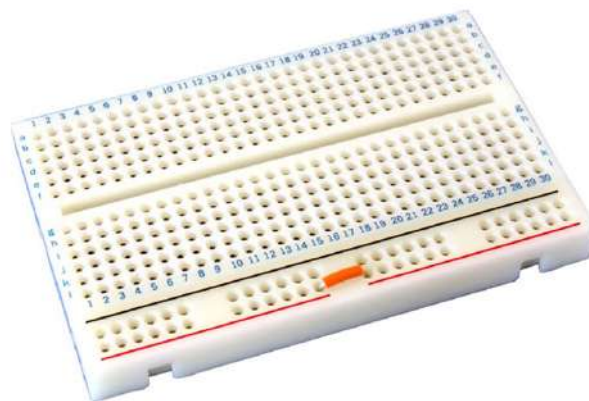
- 福井県内中高一貫校の高校物理部に向けた理科実験教室の教材として、ブレッドボードを用いた難しい合成抵抗の学習内容を開発し、実践したので報告する。
- 従来、難しい合成抵抗の問題は、直列・並列つなぎにおけるオームの法則を利用して式計算で解答を求めていただけであったが、本教材では、ブレッドボード上で同じ回路を組み立て、デジタル・マルチメータを用いて抵抗測定することで実験結果としても解答を求めることができる。
- 本教材は、従来と比べて、もっと楽しく、もっと経験的に、難しい合成抵抗を学習できる利点を持つことが確認された。

実験道具

デジタル・マルチメーター



ブレッドボード



抵抗 (1 kΩ)

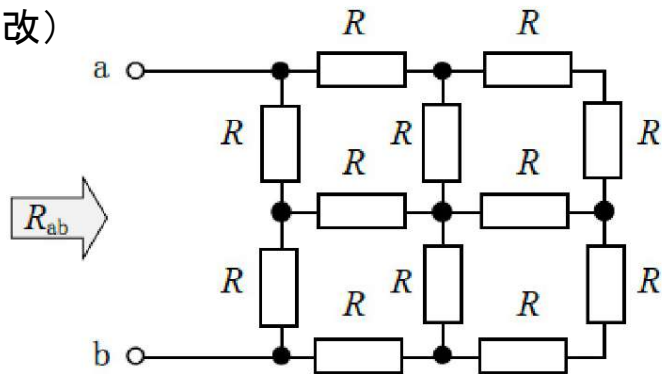


単純化するために、抵抗は1種類とした。(写真はカーボン抵抗であるが、金属皮膜抵抗の使用を勧める。)

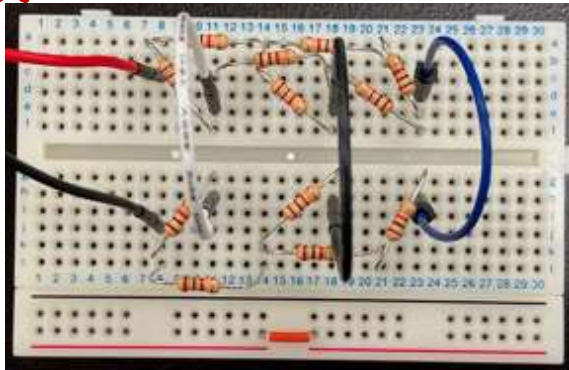
学習方法

①問題

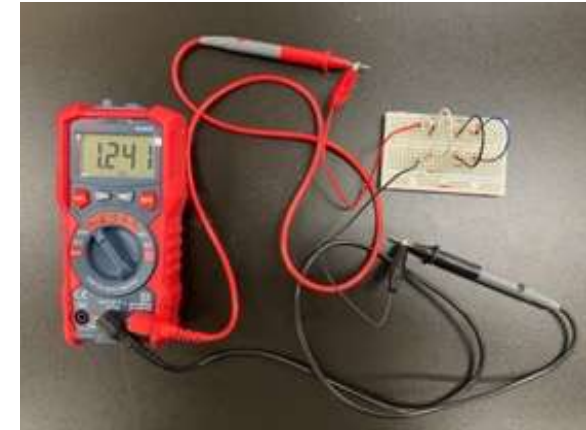
下図に示すように $R[\Omega]$ の抵抗が接続されている回路において、端子 ab 間から見た合成抵抗 $R_{ab}[\Omega]$ を求めよ。 $R=1k\Omega$ とする。（第1級陸上無線技士「無線工学の基礎」令和4年1月期第1回A-5改）



②回路を作成



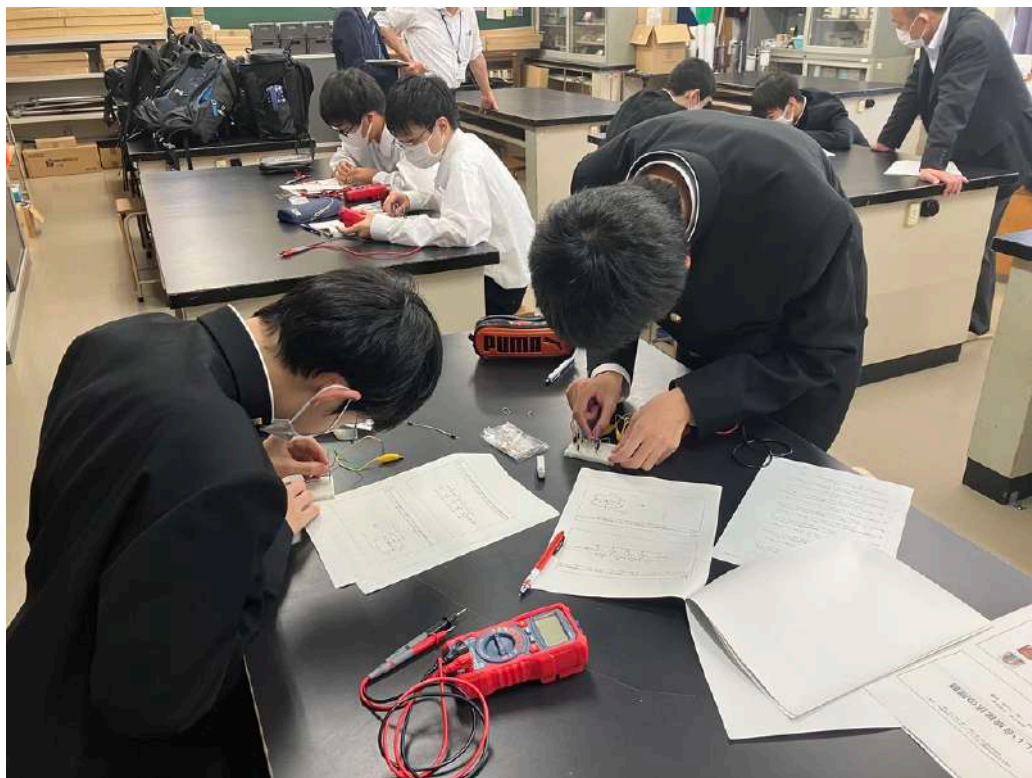
③合成抵抗を測定



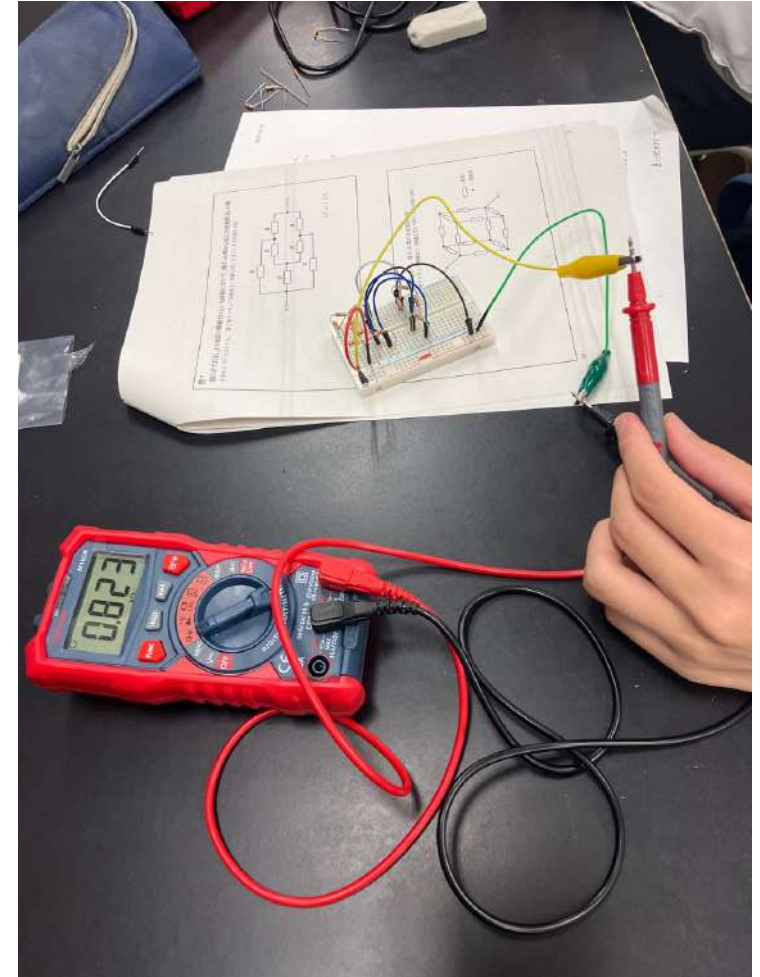
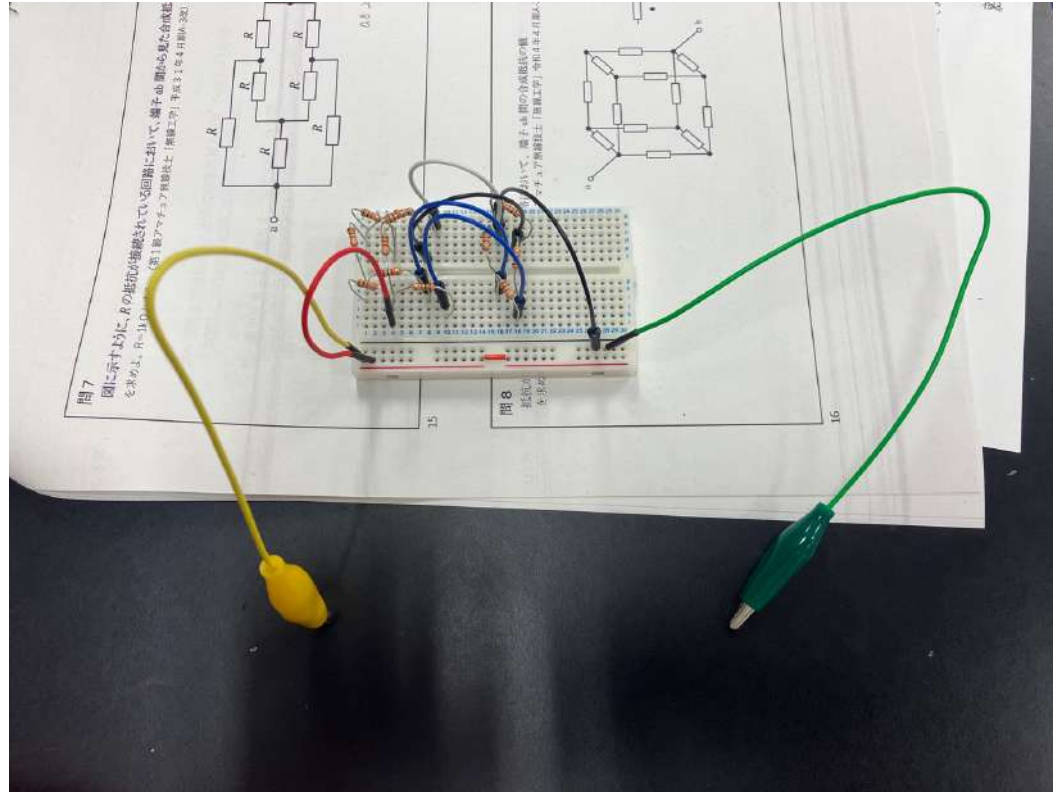
合成抵抗の問題の答えが $1.25R$ に対して、表示は $1.241k\Omega$ であった。抵抗 $R = 1k\Omega$ なので、理論値は $1.25k\Omega$ となる。この結果、理論値と実験値の相違は 0.3% と十分小さな差異となる。

④問題をオームの法則で説明する

活動の様子



高校生が作成した回路

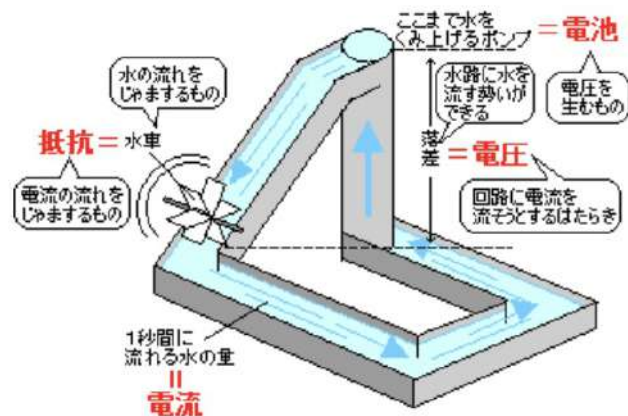


オームの法則 : $V = R I$

- 電流 (I) : 電気の流れ、単位はA (アンペア)
- 電圧 (V) : 電気を流す圧力、単位はV (ボルト)
- 抵抗 (R) : 電気の流れを妨げる素子、単位は Ω (オーム)

水流モデル

電気を水に例えて考える



アンペール



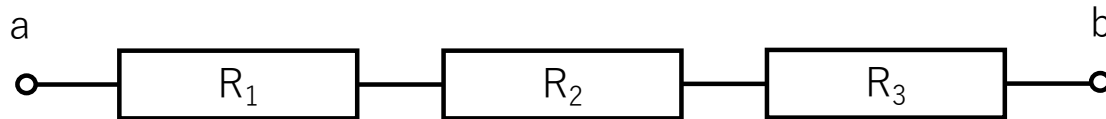
ボルタ



オーム

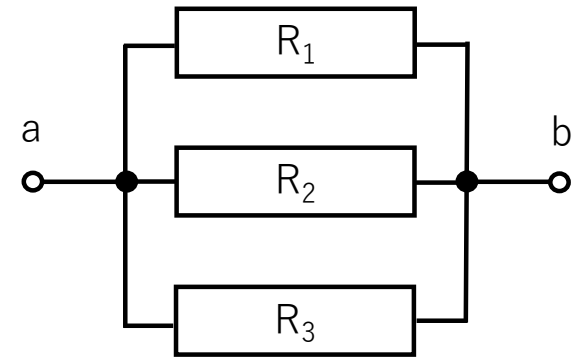
合成抵抗の基礎

直列抵抗



$$R_{ab} = R_1 + R_2 + R_3$$

並列抵抗

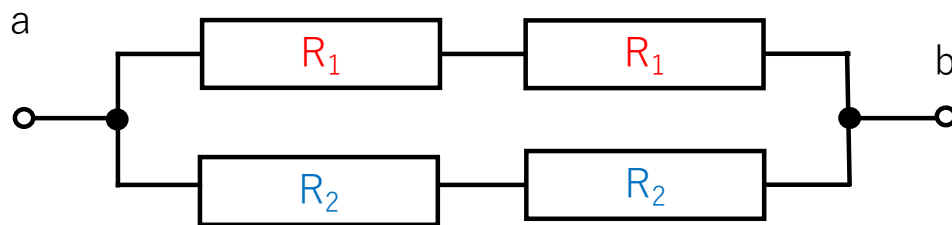
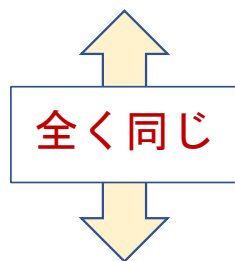
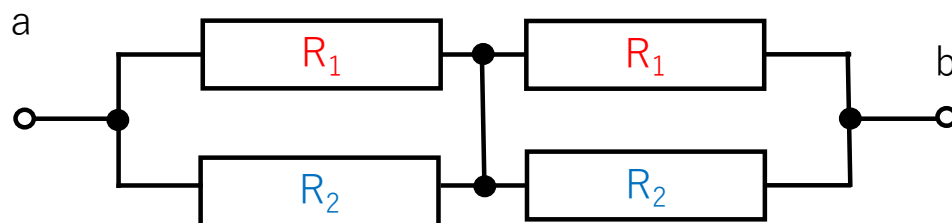


$$\frac{1}{R_{ab}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

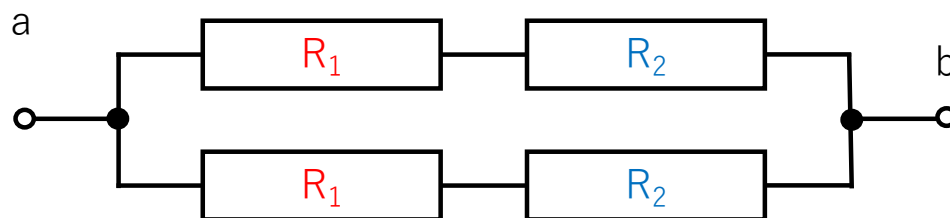
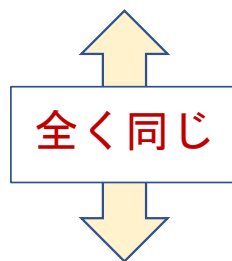
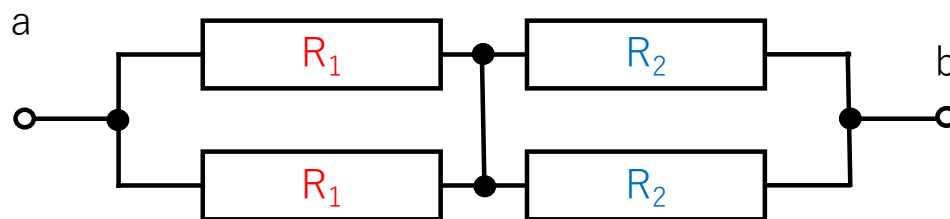
2 抵抗の並列

$$R_{ab} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

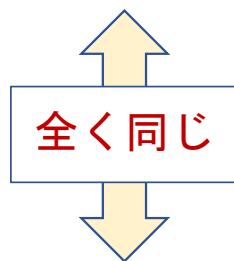
難問を解くためのヒント 1



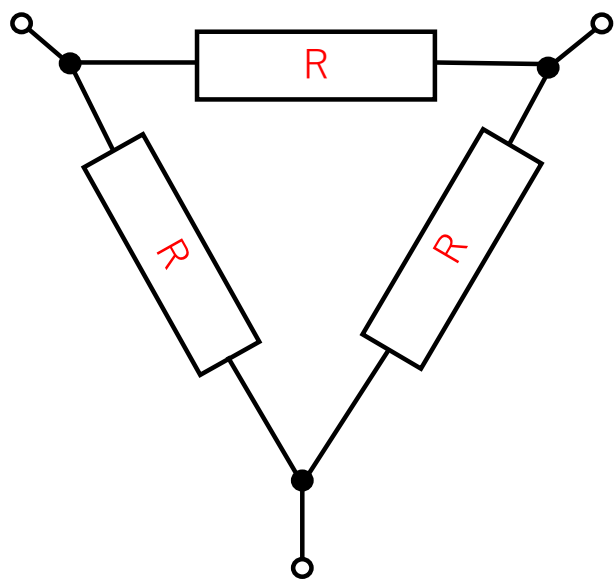
難問を解くためのヒント 2



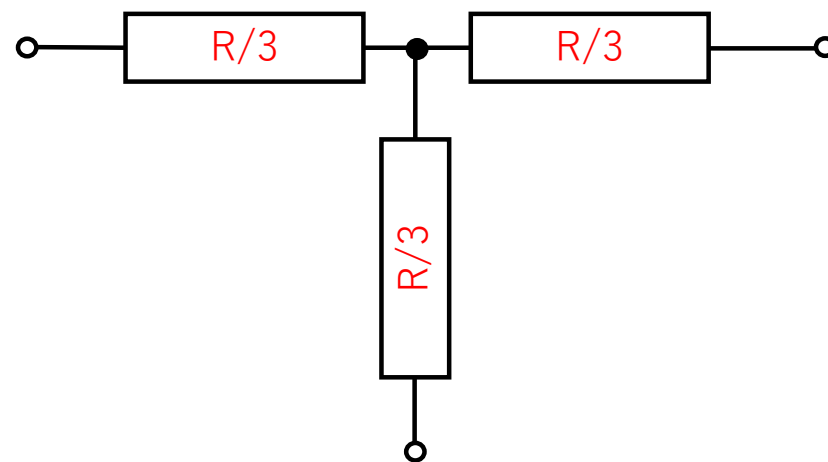
難問を解くためのヒント 3



難問を解くためのヒント 4

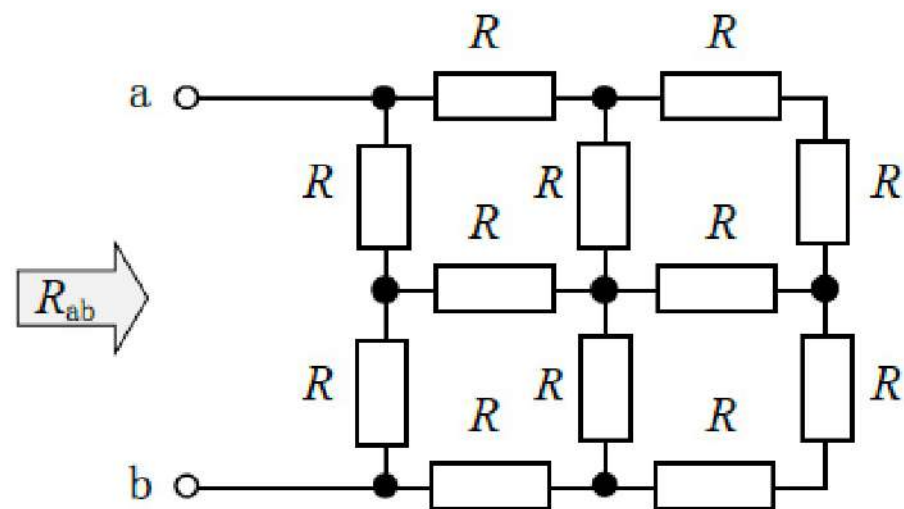


全く同じ



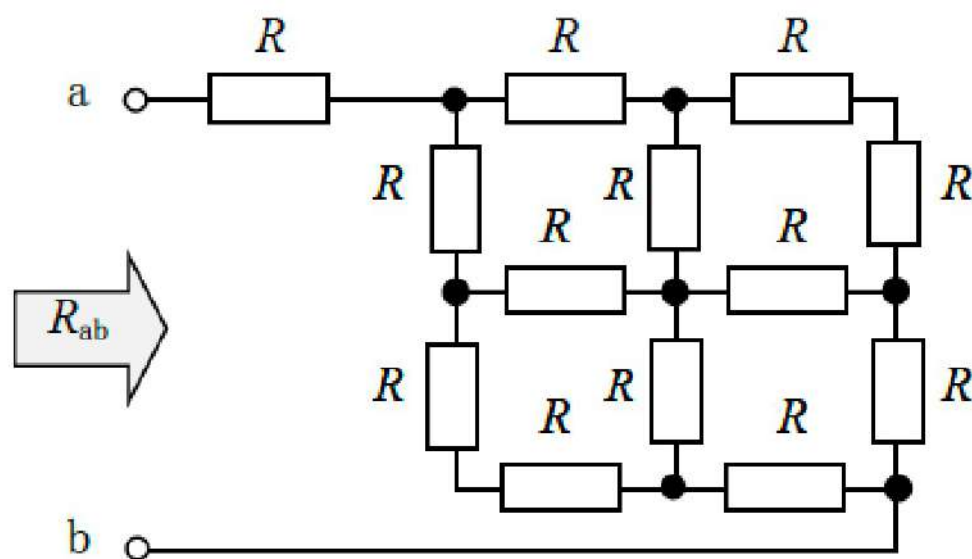
問 1

図に示すように $R[\Omega]$ の抵抗が接続されている回路において、端子 ab 間から見た合成抵抗 $R_{ab}[\Omega]$ を求めよ。 $R = 1\text{k}\Omega$ とする。（第 1 級陸上無線技士「無線工学の基礎」令和 4 年 1 月期第 1 回 A-5 改）



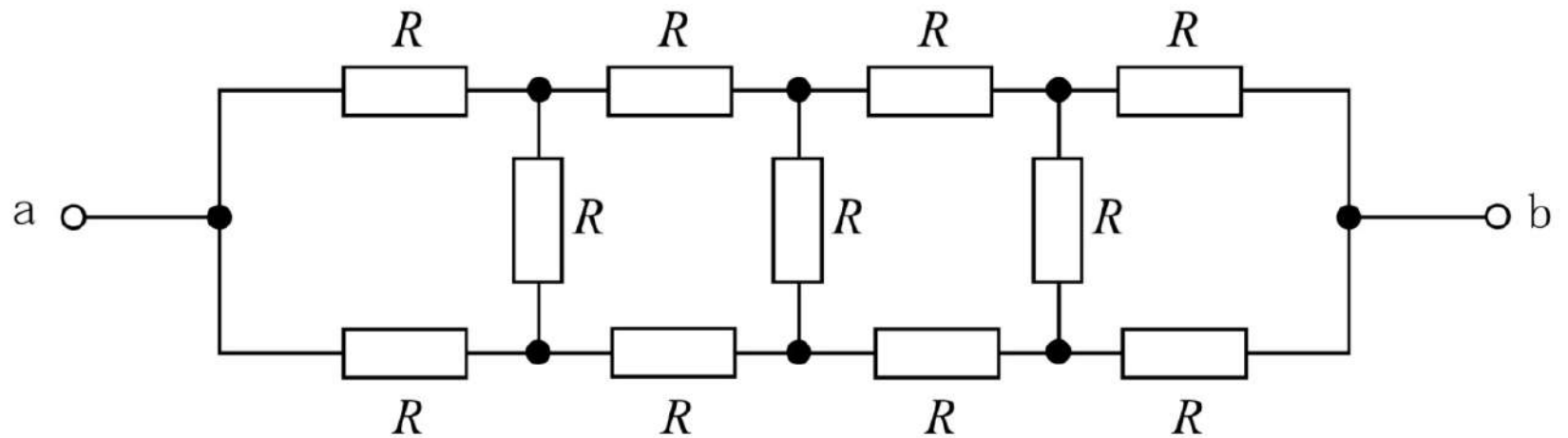
問 2

図に示すように、 R の抵抗が接続されている回路において、端子 ab 間から見た合成抵抗 R_{ab} の値を求めよ。 $R = 1\text{k}\Omega$ とする。（第 1 級陸上無線技士「無線工学の基礎」令和 2 年 11 月期臨時第 2 回 A-5 改）



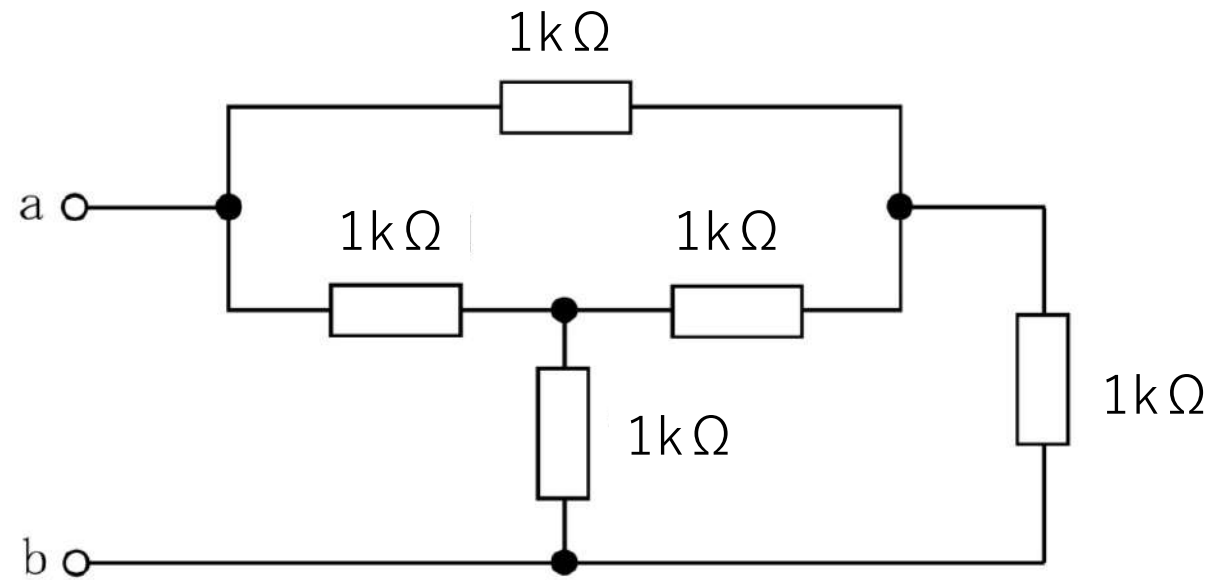
問 3

図に示すように、 R の抵抗が接続されている回路において、端子 ab 間から見た合成抵抗 R_{ab} の値を求めよ。 $R = 1\text{k}\Omega$ とする。（第 1 級アマチュア無線技士「無線工学」令和 2 年 9 月期 A-3 改）



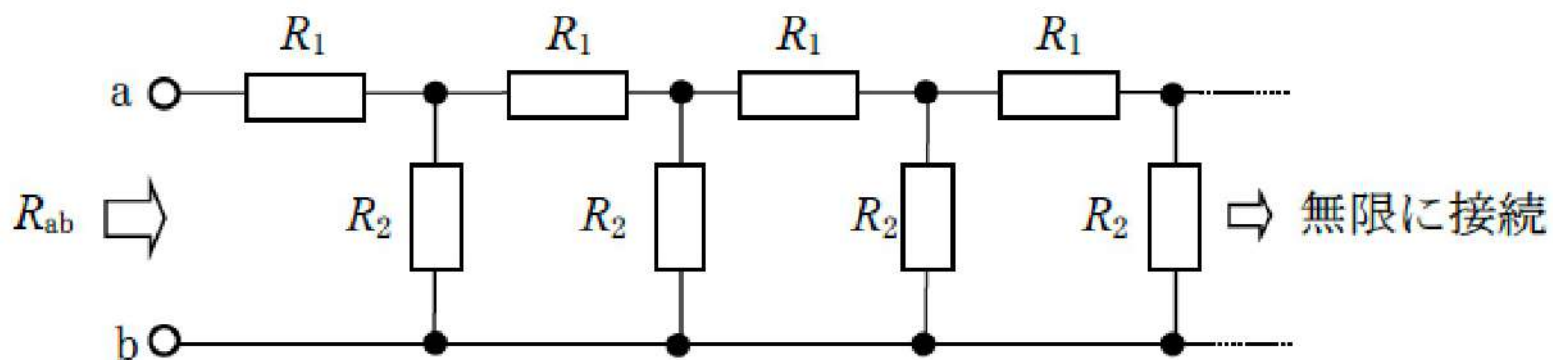
問 4

図に示す回路において、端子 ab 間の合成抵抗の値を求めよ。
(第 1 級アマチュア無線技士「無線工学」令和 3 年 9 月期 A-3 改)



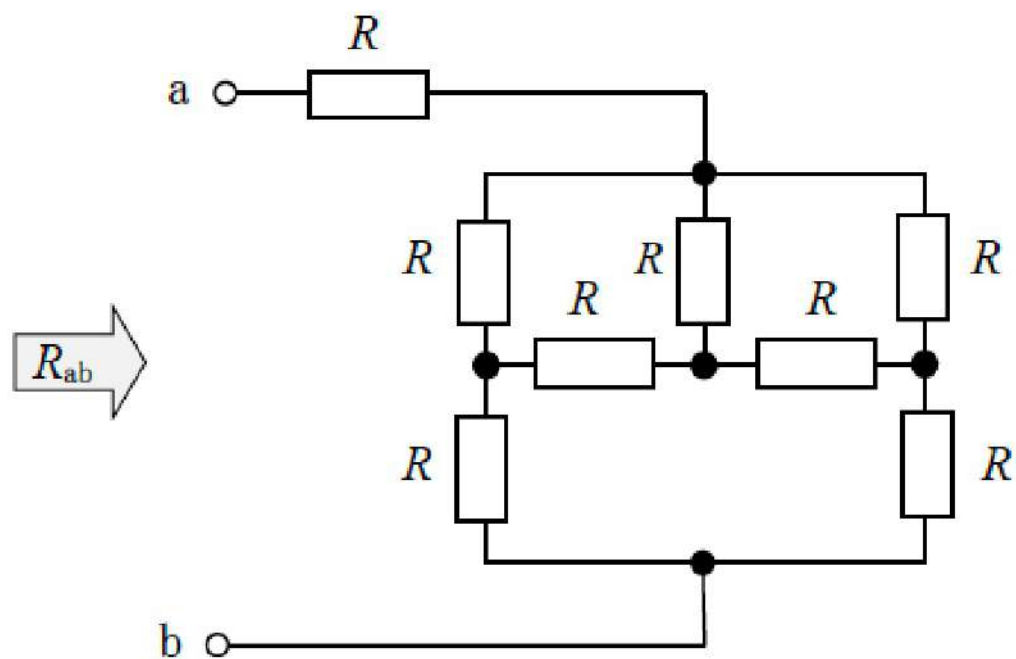
問 5

図に示すように、 R_1 と R_2 の抵抗が無限に接続されている回路において、端子 ab 間から見た合成抵抗 R_{ab} の値を求めよ。 $R_1 = 1\text{k}\Omega$ 、 $R_2 = 1\text{k}\Omega$ とする。（第1級陸上無線技士「無線工学の基礎」令和2年11月期臨時第2回A-5改）



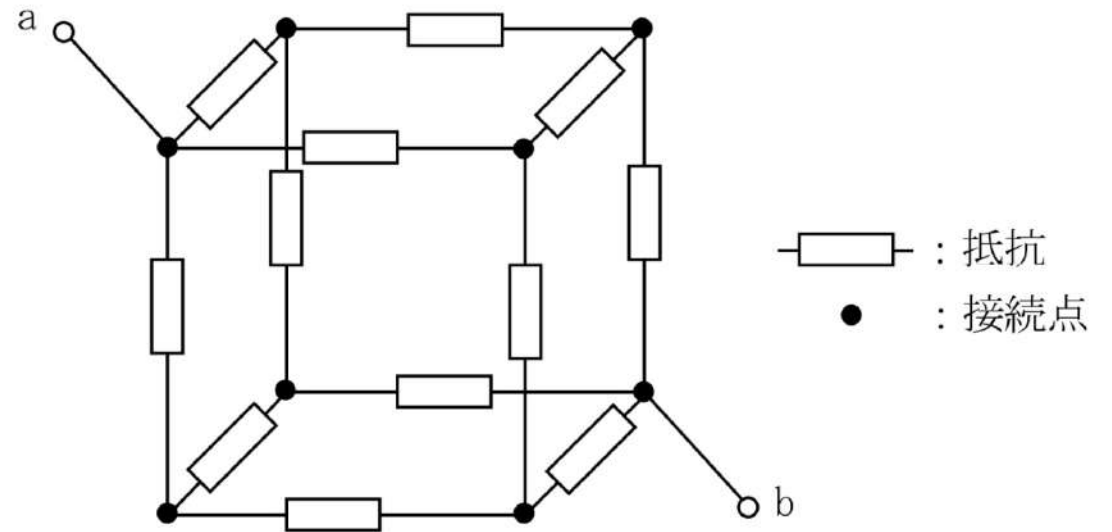
問 6

図に示すように $R[\Omega]$ の抵抗が接続されている回路において、端子 ab 間から見た合成抵抗 $R_{ab}[\Omega]$ を求めよ。 $R=1k\Omega$ とする。（第 1 級陸上無線技士「無線工学の基礎」令和 3 年 1 月期第 2 回 A-5 改）



問 8

抵抗が図のように接続された立方体の回路において、端子 ab 間の合成抵抗の値を求めよ。抵抗は全て $1\text{k}\Omega$ とする。（第 1 級アマチュア無線技士「無線工学」令和 4 年 4 月期 A-3 改）



参考サイト

- 第一級陸上無線技術士 過去の試験問題と解答（令和2年1月期～）
 - https://jyukenkai.com/kakomon_rikujo/g1/
- 第一級アマチュア無線技士 国家試験 過去問
 - <http://www.dental.gr.jp/jh3kcw/kokushi/kokushi.htm>