

2024 ズバリ! 的中



物理

横浜市立大学

電池と抵抗が多数入った回路を電池と抵抗1つずつ入った回路に置き換える誘導と、回路の形がほぼ一致

入試問題

前期日程 医学部

[II] (1) (2) (3) (4) (5)

[II] 内部抵抗の無視できる電池と抵抗で構成された直流回路について考える。

(1) 図1, 2の回路には、起電力 E_0, E_1, E_2 の電池と抵抗値 R_0, R_1, R_2 の抵抗が接続されている。

(ア) 図1の回路の端子間に抵抗値 r の抵抗を接続したとき、端子間の電圧 V_0 と端子間を流れる電流の大きさ I_0 を求めなさい。

(イ) 図2の回路の端子間に抵抗値 r の抵抗を接続したとき、端子間の電圧 V と端子間を流れる電流の大きさ I を求めなさい。

上で求めた電圧 V_0 と V 、電流の大きさ I_0 と I は、それぞれ抵抗値 r を含む類似した形の式で表わすことができる。そのため、図2の回路は、1つの電池と1つの抵抗が接続された図1の回路と同じ構成の単純な回路で再現できる。以下では、この単純な回路を等価回路と呼ぶ。

(2) 図2の回路の等価回路における電池の起電力 X と抵抗の抵抗値 Y を求めなさい。

さらに電気素子の多い図3~6の回路について考える。これらの回路には、起電力 $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ の電池と抵抗値 $\frac{1}{2}R, R$ の抵抗が接続されている。

(3) 図3の回路の等価回路における電池の起電力 X_1 と抵抗の抵抗値 Y_1 を求めなさい。

(4) 図4の回路の等価回路における電池の起電力 X_2 と抵抗の抵抗値 Y_2 を求めなさい。

(5) 図5の回路の等価回路における電池の起電力 X_3 と抵抗の抵抗値 Y_3 を求めなさい。

河合塾

大学受験科 完成シリーズ

物理演習T

第5講 ②コース 15(1)(2)(3)(4)

15

次の文を読んで、 に適した式または数値を記入せよ。なお、 はすでに で与えられたものと同じものとする。

(1) 図1に示すように、起電力 E_0 [V] の電池と抵抗値 R_0 [Ω] の抵抗を直列に接続した回路がある。この回路の端子 a と b の間に抵抗値 R [Ω] の抵抗を接続したとき、端子 b に対する端子 a の電圧 V_0 [V] と、端子 a を通って抵抗に流れ込む電流 I_0 [A] は、

$$V_0 = \frac{E_0 R}{R + R_0} \quad \dots\dots(A) \quad I_0 = \frac{E_0}{R + R_0} \quad \dots\dots(B)$$

と表せる。

次に、図2の回路を考える。図に示すように、電池の起電力は E_1 [V] と E_2 [V]、抵抗値は R_1 [Ω] と R_2 [Ω] である。この回路の端子 c と d の間に抵抗値 R [Ω] の抵抗を接続したとき、端子 d に対する端子 c の電圧 V [V] と、端子 c を通って抵抗に流れ込む電流 I [A] を求めると、

$$V = \frac{\text{⑦}}{R + \text{④}} R \quad \dots\dots(C) \quad I = \frac{\text{⑦}}{R + \text{④}} \quad \dots\dots(D)$$

と表せる。式(A)と式(C)、式(B)と式(D)を見比べると、式(C)と式(D)では、式(A)と式(B)の E_0 を で、 R_0 を で置きかえた形になっていることがわかる。すなわち、端子 c と d の間の電圧とそれらを流れる電流を求める場合、図2の回路は、電池の起電力を [V]、抵抗値を [Ω] とした図1の回路に置きかえて考えてもよいことがわかる。この置きかえは、端子 c と d の間に抵抗に限らず任意の回路を接続した場合でも可能である。

(2) 回路中の電圧や電流を求める際に、上記の置きかえを用いることにより簡単に計算できる場合がある。図3に示す回路を考える。電池の起電力は V_1 [V] と V_2 [V] である。この回路の端子 e と f の間に何らかの回路を接続し、端子 e と f の間の電圧とそれらを流れる電流を求める場合を考える。図2の回路から図1の回路への置きかえは、電池の起電力 E_1 や E_2 が 0 [V] の場合にも可能であることに注意すると、図3の回路は、起電力 [V] の電池と抵抗値 [Ω] の抵抗を直列に接続した回路に置きかえて考えてもよいことがわかる。

(3) 図4に示す回路を考える。電池の起電力は V_1 [V]、 V_2 [V]、 V_3 [V]、 V_4 [V] である。この回路の端子 h に対する端子 g の電圧を求めると、 [V] となる。

(4) さて、図4の回路において、 $V_1 = 16$ [V]、 $V_2 = V_3 = V_4 = 0$ [V] とする。この回路の端子 g と h の間に図5の可変抵抗を接続した。この可変抵抗での消費電力が最大になるときの、可変抵抗の抵抗値は [Ω] で、消費電力の最大値は [W] である。

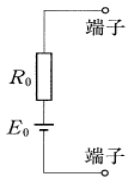


图 1

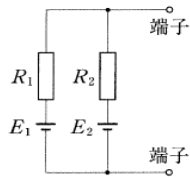


图 2

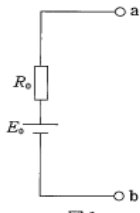


图 1

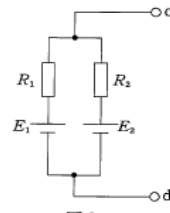


图 2

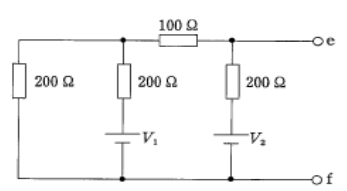


图 3

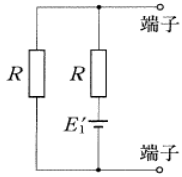


图 3

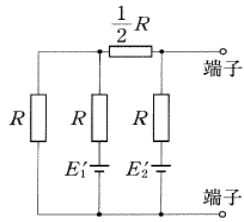


图 4

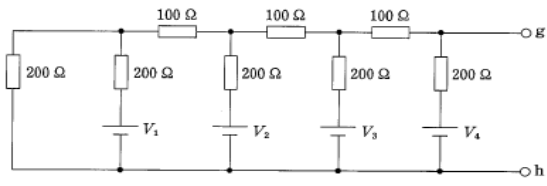


图 4

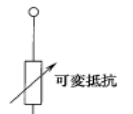


图 5

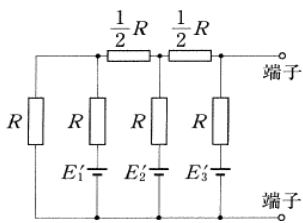


图 5