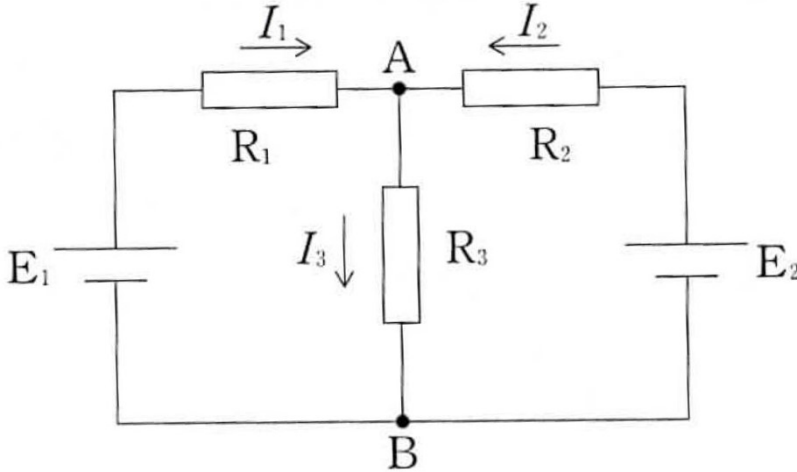


# 物理学演習II 第5回 キルヒホッフの法則

2017年11月7日 担当：佐藤 純

**問題 1** 電気抵抗が  $R_1, R_2, R_3$  の3つの抵抗と、起電力が  $E_1, E_2$  の2つの電源を下図のように接続して回路を組んだ。抵抗  $R_1, R_2, R_3$  を流れる電流を下図の向きに  $I_1, I_2, I_3$  とする。



(1-1) キルヒホッフの第一法則を用いて、 $I_1, I_2, I_3$  の間に成り立つ関係式を書け。

$$I_1 + I_2 = I_3$$

(1-2) キルヒホッフの第二法則を用いて、 $I_1, I_2, I_3, R_1, R_2, R_3, E_1, E_2$  の間に成り立つ関係式を2つ書け。

A から左に出発して B を通って A に戻る閉回路を考えると、 $+I_1 R_1 - E_1 + I_3 R_3 = 0$   
 A から右に出発して B を通って A に戻る閉回路を考えると、 $+I_2 R_2 - E_2 + I_3 R_3 = 0$

(1-3)  $R_1 = 2[\Omega], R_2 = 2[\Omega], R_3 = 4[\Omega], E_1 = 2[V], E_2 = 4[V]$  のとき、抵抗  $R_1, R_2, R_3$  を流れる電流の大きさと向きを求めよ。

問題の数値を上記の2式に代入すると、 $2I_1 - 2 + 4I_3 = 0, 2I_2 - 4 + 4I_3 = 0$  より、 $I_1 = 1 - 2I_3, I_2 = 2 - 2I_3$  となる。これを  $I_1 + I_2 = I_3$  に代入して、

$$I_3 = (1 - 2I_3) + (2 - 2I_3) = 3 - 4I_3$$

より、 $5I_3 = 3, I_3 = 0.6. I_1 = 1 - 2 \times 0.6 = -0.2, I_2 = 2 - 2 \times 0.6 = 0.8. I_1$  だけ負になったので、図の向きと逆になる。

$R_1$  : 右から左に  $0.2[A], R_2$  : 右から左に  $0.8[A], R_3$  : 上から下に  $0.6[A]$

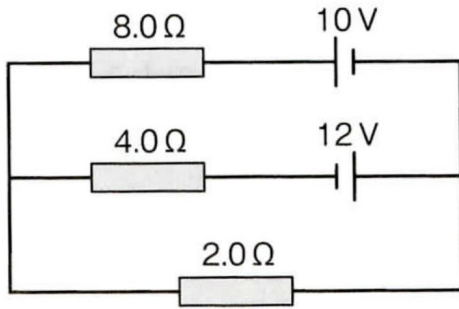
(1-4) 点 B に対する点 A の電位を求めよ。

B から A に進むとき、流れに逆上って進むので、電位は上がる。

$$V = +I_3 R_3 = 0.6 \times 4 = 2.4[V]$$

**問題 2**

下図のように、起電力が 10V, 12V の電池と、 $8.0\Omega$ ,  $4.0\Omega$ ,  $2.0\Omega$  の抵抗を接続した。各抵抗に流れる電流の大きさと向きを求めよ。



下図の向きに電流  $I_1, I_2, I_3$  を定める。図中左の黄色の丸の合流点にキルヒホッフの第一法則を適用して、 $I_1 + I_2 = I_3$ 。

図中赤い経路に沿ってキルヒホッフの第二法則を適用する（右上から左に向かってスタートする）と、 $+10 - 8I_1 - 2I_3 = 0$  を得る。したがって、 $4I_1 = 5 - I_3$ 。

図中緑の経路に沿ってキルヒホッフの第二法則を適用する（右上から左に向かってスタートする）と、 $-12 - 4I_2 - 2I_3 = 0$  を得る。したがって、 $2I_2 = -6 - I_3$ 。

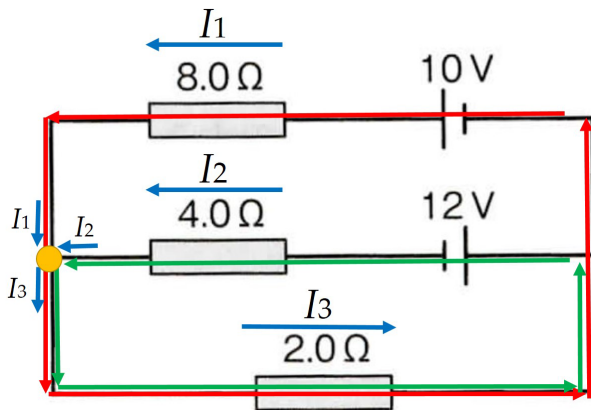
$I_1 + I_2 = I_3$  より、

$$4I_3 = 4I_1 + 2(2I_2) = (5 - I_3) + 2(-6 - I_3) = -7 - 3I_3,$$

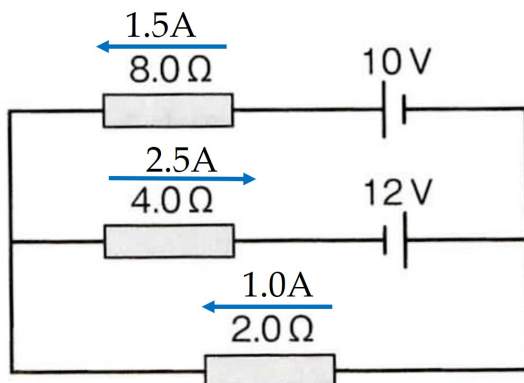
$$7I_3 = -7, \quad I_3 = -1.0[\text{A}].$$

$$4I_1 = 5 - I_3 = 6, \quad I_1 = 1.5[\text{A}].$$

$$2I_2 = -6 - I_3 = -5, \quad I_2 = -2.5[\text{A}].$$



したがって、下図のように電流は流れる。



上：右から左に 1.5[A]， 真ん中：左から右に 2.5[A]， 下：右から左に 1.0[A]