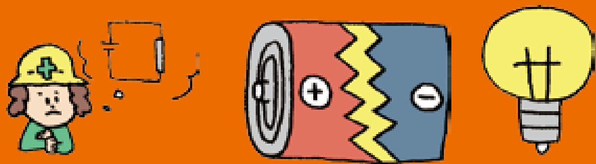
TAC電験三種講座

理論　体験教材 ver.1.0



CHAPTER 01

直流回路

CHAPTER 01

直流回路

直流回路は，全ての科目の基礎となる重要な科目です。試験では，計算問題が多く出題されます。そのため，色々な問題に触れることで解けるパターンを増やしていくことを意識しましょう。

このCHAPTERで学習すること

SECTION01 電気回路とオームの法則

電圧　抵抗　電流

$$V = R \quad I$$

[V]　[Ω]　[A]

電気回路を学習するうえで，基本となる電荷，電流，抵抗，電圧などの考え方と，これらの関係であるオームの法則を学びます。

SECTION 02 合成抵抗

1．直列接続の合成抵抗（n個）

抵抗

$$R_0 = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

[Ω]

2．並列接続の合成抵抗（n個）

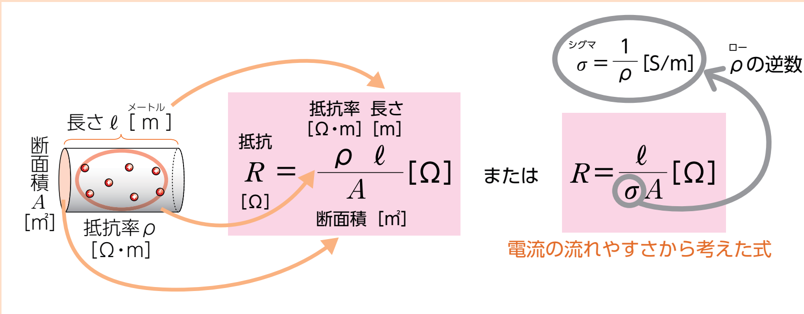
抵抗

$$R_0 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}}$$

[Ω]

電源や抵抗などの接続方法や，複数の抵抗をまとめて置き換える方法について学びます。

SECTION 03 導体の抵抗の大きさ



抵抗の大きさの求め方や抵抗の温度変化について学びます。

SECTION 04 キルヒホッフの法則

流れ込む電流の和＝流れ出る電流の和
$(I_1 + I_2)$　　$(I_3 + I_4 + I_5)$

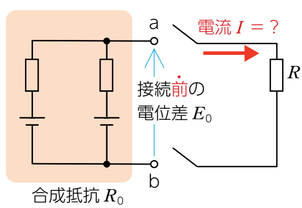
起電力の総和＝電圧降下の総和
$(E_1 + E_2)$　　$(R_1 I + R_2 I)$

２つのキルヒホッフの法則について学びます。

SECTION 05 複雑な電気回路

右図の回路で抵抗 R を接続したときに流れる電流 I は，

電流 I [A] $= \dfrac{E_0}{R_0 + R}$　起電力 [V]／抵抗 [Ω]



①E_0…開放電圧（抵抗Rを接続する前のab間の電位差）
②R_0…ab間からみた回路網内部の合成抵抗

回路に複数の電源がある場合や，電源と抵抗が複雑に並んでいるときに，整理するための公式や定理について学びます。

SECTION 06 電力と電力量

$$\underset{[\mathrm{W}]}{\overset{\text{電力}}{P}} = \underset{[\mathrm{V}]}{\overset{\text{電圧}}{V}}\ \underset{[\mathrm{A}]}{\overset{\text{電流}}{I}} = \underset{[\Omega]}{\overset{\text{抵抗}}{R}}\ \underset{[\mathrm{A}]}{\overset{\text{電流}}{I^2}} = \frac{\overset{\text{電圧}[\mathrm{V}]}{V^2}}{\underset{\text{抵抗}[\Omega]}{R}}$$

$$\underset{[\mathrm{W \cdot s}]}{\overset{\text{電力量}}{W}} = \underset{[\mathrm{W}]}{\overset{\text{電力}}{P}}\ \underset{[\mathrm{s}]}{\overset{\text{時間}}{t}}$$

$$\underset{[\mathrm{J}]}{\overset{\text{ジュール熱}}{Q}} = \underset{[\mathrm{W}]}{\overset{\text{消費電力}}{P}}\ \underset{[\mathrm{s}]}{\overset{\text{時間}}{t}} = \underset{[\Omega]}{\overset{\text{抵抗}}{R}}\ \underset{[\mathrm{A}]}{\overset{\text{電流}}{I^2}}\ \underset{[\mathrm{s}]}{\overset{\text{時間}}{t}}$$

電力と電力量，熱量などについて，その求め方を学びます。

傾向と対策

出題数

2～5問／22問中

・計算問題中心

	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1
直流回路	2	4	2	3	2	5	3	2	3	2

ポイント

直流回路の計算問題は，簡単な問題から難しい問題まで幅広く出題されます。難しいと感じられる問題でも，簡単な問題の組み合わせでできている場合がほとんどです。そのため，簡単な問題から解けるようにし，テブナンの定理などを使った難しい問題に挑戦しましょう。また，直流回路で学ぶ内容は，交流回路で応用できるので，しっかりと学習しましょう。

SECTION 01

電気回路とオームの法則

このSECTIONで学習すること

1 電荷

電荷の性質について学びます。

2 電流

電子の移動によって発生する電流について学びます。

$$\underset{[\mathrm{A}]}{\overset{\text{電流}}{I}} = \frac{\overset{\text{電荷}[\mathrm{C}]}{Q}}{\underset{\text{時間}[\mathrm{s}]}{t}}$$

3 抵抗

電流の流れにくさを示す抵抗について学びます。

4 電圧

電流を流す力となる電圧について学びます。

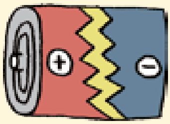
5 電気回路図

電流の流れる道すじを図記号で表した電気回路図について学びます。

6 オームの法則

電圧，抵抗，電流の関係であるオームの法則を学びます。

$$\underset{[\mathrm{V}]}{\overset{\text{電圧}}{V}} = \underset{[\Omega]}{\overset{\text{抵抗}}{R}}\ \underset{[\mathrm{A}]}{\overset{\text{電流}}{I}}$$



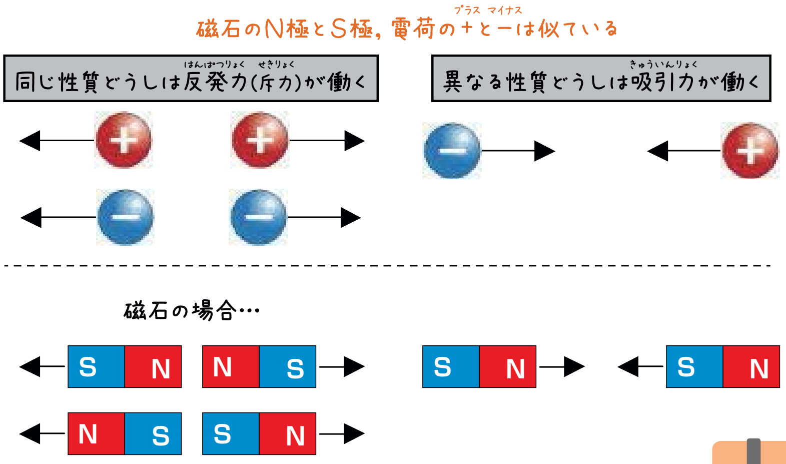
1 電荷

重要度★★★

I 電荷とは

磁石にＮ極とＳ極があるように，電気にも＋の電気と－の電気があります。**電荷**とは，物質が帯びている電気のことです。プラスの性質を持つ電荷を**正電荷**，マイナスの性質を持つ電荷を**負電荷**といいます。同じ性質を持つ電荷は反発し合い，異なる性質を持つ電荷は引き合います。

板書 電荷の性質



電荷の量記号は**Q**，単位は**C**（クーロン）です。

Ⅱ 量記号と単位記号

量記号とは，量を文字式で表す場合に使われます。たとえば，電荷を１Ｃや５Ｃなどと具体的な数値と単位で記さずに，電荷 Q[C]と表します。

単位記号とは，単位を表す記号です。量記号と区別するため[　]で囲んで表示します。

板書 記号の示し方

（例）　電荷 $\underbrace{Q}_{量記号}$ $\underbrace{[C]}_{単位記号}$

ひとこと

量を１Ｃや５Ｃなどのように数値と単位を組み合わせて書く場合は，量記号と単位記号を区別する必要がないので[　]は不要です。

また，[C]や[A]のように人名に由来する単位は，一文字目が大文字で表記されます。

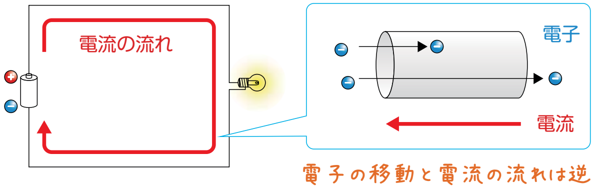
2 電流　重要度★★★

Ⅰ 電流とは

電流（量記号：I，単位：A）は，電子が移動することで発生します。小さな粒子である電子は，ひと粒ひと粒が－の電気を帯びています。それらが移動すると，負電荷を運ぶことになり，電流が流れます。

電子の移動は負電荷の移動なので，電流の向きと電子の移動は逆です。電流は，電池の＋極から－極に向かって流れます。一方で，電子は電池の－極（負極）から供給され続け，＋極（正極）に向かって移動します。

板書 **電流の流れ**



電子の移動と電流の流れは逆！

ひとこと

逆である理由は，電子が発見される前に電流の向きを決めてしまい，今さら電流の向きを変更できないからだと言われています。

ある断面に流入した電荷は，増減することなく，その断面から同じ量だけ流出します。したがって，ある断面に流入する電流は，増減することなく流出します。これを**電流の連続性**といいます。

Ⅱ 電流の大きさ

電流の量記号は I，単位は A（アンペア）です。

電流の大きさは，ある断面を1秒間にどれくらいの電荷（でんか）が移動したかで決まります。

したがって，次の公式が成り立ちます。

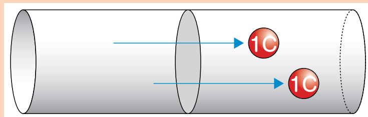
公式 **電流の大きさ**

t秒間に Q[C]の正電荷が通過したとき，電流 I[A]は，

$$\underset{[\mathrm{A}]}{\overset{\text{電流}}{I}} = \frac{\overset{\text{電荷}[\mathrm{C}]}{Q}}{\underset{\text{時間}[\mathrm{s}]}{t}}$$

基本例題 — 電流の大きさ

4秒間に，2Cの正電荷が通過したとき，いくらの電流が流れているか答えなさい。



解答

2C÷4秒＝0.5A

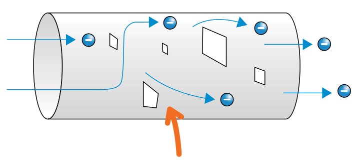
3 抵抗

重要度★★★

抵抗（ていこう）（量記号：R，単位：Ω（オーム））とは，電流の流れにくさのことです。電流を流れにくくする部品（抵抗器）のことを指すこともあります。

板書 抵抗

抵抗 …電流の流れにくさ



障害物があり，電子⊖が移動しにくいイメージ
抵抗が大きいほど，電流が流れにくくなる

4 電圧

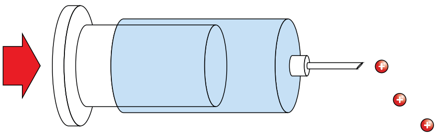
重要度★★★

Ⅰ 電圧と起電力

電圧（でんあつ）（量記号：V，単位：V（ボルト））とは，＋（プラス）極から－（マイナス）極へ電流を押し流す力をいいます。押し流す力である電圧が大きいほど，電流はよく流れます。乾電池のような，電圧の元となる力を**起電力**（きでんりょく）（量記号：E，単位：V（ボルト））といいます。

板書 電圧

電圧 …＋極から－極へ電流を押し流す力



注射器で水を押し流すようなイメージ
電圧が大きいほど，大きな電流が流れる

ひとこと

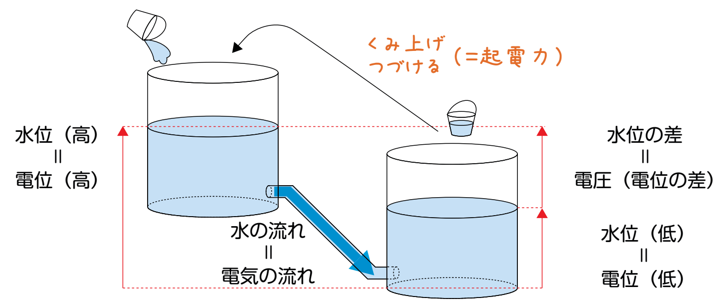
正確には，電圧は電位の差です。

Ⅱ 電圧（電位差）と電位

電気は，形がなく想像しにくいので，水にたとえられることがあります。図の水位が異なる二つのタンクの場合は，高いほうから低いほうへ水が流れます。二つのタンクの水位が同じだと，水は流れません。

これを電気の世界で考えたとき，電気の位置の高さを**電位**（でんい）（単位：V（ボルト））と呼びます。電圧は，電位の差であると考え，電流は電位の高いところから低いほうへ流れるようなイメージを持つことができます。

板書 電圧と電位のイメージ



ひとこと

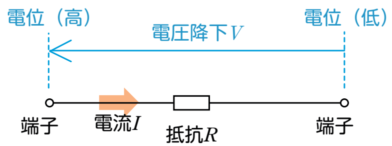
同じ電位であれば，電流は流れないと考えてください。

Ⅲ 電圧降下

電流を押し流す力である電圧は，抵抗を通るたびに弱くなります。これを**電圧降下**といいます。抵抗の両端子において，電流が入る側の端子における電位（高）と，電流が出ていく側の端子における電位（低）に差ができ，電位が降下した状況をさします。

なお，**端子**とはほかの電源や電気機器と接続できる部分のことです。

板書 電圧降下



ひとこと

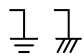
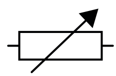
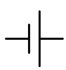
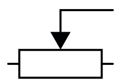
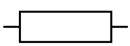
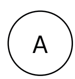
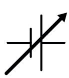
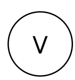
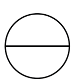
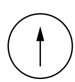
電圧降下は，電子が抵抗にある障害物に衝突して，エネルギーが失われると考えることもできます。

5 電気回路図

重要度★★★

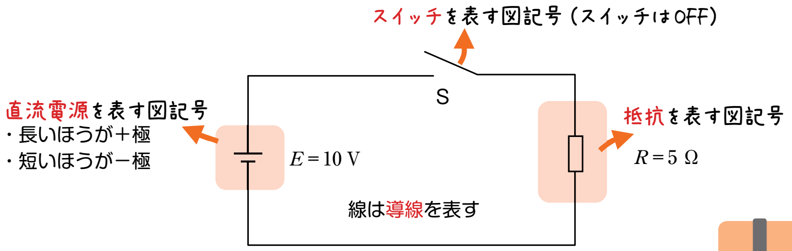
電流の流れる道すじを**電気回路**といい，これを図記号で表したものを**電気回路図**といいます。**図記号**は，電線，スイッチ，直流電源，抵抗などを示す記号です。

板書 さまざまな図記号

	直流	電流計など他の図記号と組み合わせて使います。		接地（アース）	基準の電位（or）として考えます。
	スイッチ	回路をつないだり切ったりします。		可変抵抗器	抵抗を変えられる抵抗器です。
	直流電源（定電圧源）	起電力を表します。		すべり抵抗器	矢印の接続位置によって抵抗を変えられる抵抗器です。
	抵抗器	抵抗を表します。		電流計	電流の大きさを測ります。
	可変直流電源	起電力の大きさを変えられる電源です。		電圧計	電圧の大きさを測ります。
	定電流源	負荷の大きさに関わらず一定の電流を供給できる電源です。		検流計	電流の向きを測定します。

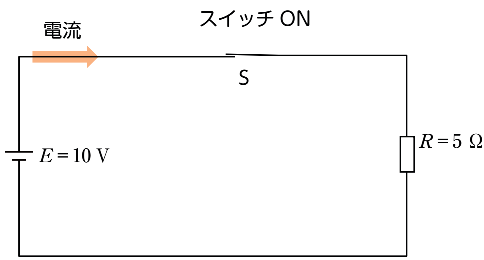
電気回路図を用いると，次のように，電気回路を簡単に表現することができます。

板書 電気回路図



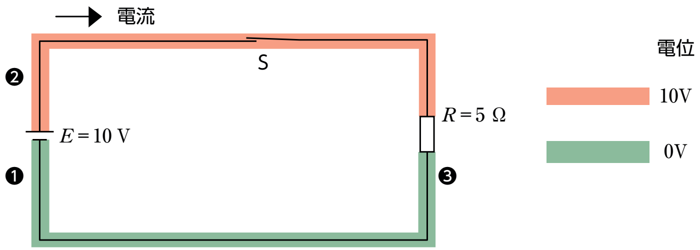
次の図のように，スイッチをONにすると，電流は電源の＋極から－極に向かって流れます。電源を通過すると電位が上昇します。この働きを**起電力**といいます。他方で，抵抗を通過すると電位が降下します。この働きを**電圧降下**といいます。

回路図において，起電力や抵抗を通過しない限り，電位は変化しないと考えます。



回路図の電線は，電流を導く線であることから**導線**（どうせん）と呼ばれ，導線を等しい電位ごとに色分けすると，次のようになります。

【電位分布図】



仮に，❶電源の－極側を電位0 V とすると，❷電源を通過することで電位は10 V だけ押し上げられ，電位は10 V になります。❸抵抗を通過すると，電圧降下により電位は下がります。なお緑色の導線の電位はどこでも等しいので，0 V にまで電位が下がったとわかります。

ひとこと

電流は電位の高いほうから低いほうに流れます。

6 オームの法則

重要度★★★

電圧 V，抵抗 R，電流 I には，以下のような関係があります。

公式 オームの法則

電圧　抵抗　電流

$$V = R\ I$$

[V]　[Ω]　[A]

←押し流す力＝流れにくさ×流れる量

抵抗

$$R = \frac{V}{I}$$

[Ω]　電圧[V]／電流[A]

←流れにくさ＝押し流す力÷流れる量

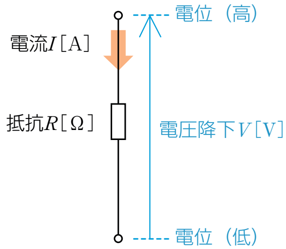
電流

$$I = \frac{V}{R}$$

[A]　電圧[V]／抵抗[Ω]

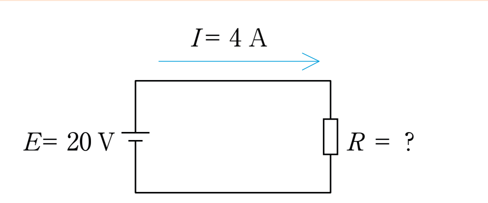
←流れる量＝押し流す力÷流れにくさ

つまり，「電流 I は電圧 V に比例し，抵抗 R に反比例する」ということです。



基本例題　オームの法則(1)

以下の回路のように，抵抗 R の両端に20 Vの電圧を加えると，4 Aの電流 I が流れた。抵抗 R[Ω]の数値を求めよ。



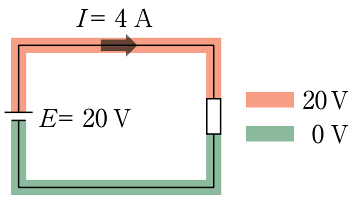
解答

オームの法則 $R=\dfrac{V}{I}$ より

R＝20 V÷4 A

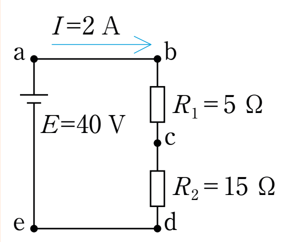
＝5 Ω

【電位分布図】



基本例題　オームの法則(2)

図において以下の値を求めよ。電源の－(マイナス)端子を基準0 Vとする。



(1)　各点a，eの電位 V_a，V_e
(2)　a－e端子における電圧（電位の差）V_{ae}
(3)　b－c間，c－d間の電圧降下 V_{bc}，V_{cd}
(4)　各点b，c，dの電位 V_b，V_c，V_d

解答

(1)　起電力が40 Vで，電源の－(マイナス)端子が0Vであるから，

V_a＝40 V，V_e＝0 V

(2)　電圧 V_{ae} は，a点とe点における電位の差であるから，

V_{ae}＝V_a－V_e
　＝40－0＝40 V

(3)　オームの法則 V＝RI より，

電圧降下 V_{bc}＝R_1I＝5×2＝10 V
電圧降下 V_{cd}＝R_2I＝15×2＝30 V

(4)　b点とa点は同電位だから，

V_b＝40 V

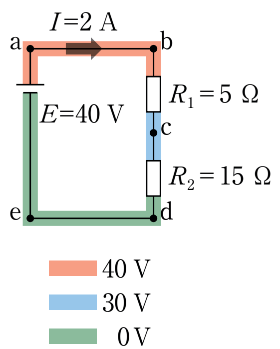
c点での電位 V_c は電位 V_b より，V_{bc} だけ降下しているから，

V_c＝V_b－V_{bc}＝40－10＝30 V

d点での電位 V_d は電位 V_c より，V_{cd} だけ降下しているから，

V_d＝V_c－V_{cd}＝30－30＝0 V

【電位分布図】



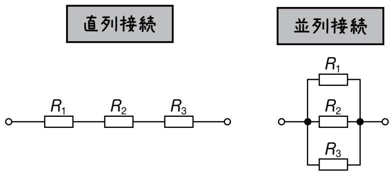
SECTION 02

合成抵抗

このSECTIONで学習すること

1 直列接続と並列接続

電源や抵抗などの接続方法である直列接続と並列接続について学びます。



2 合成抵抗

複数の抵抗をまとめて置き換える合成抵抗と，その計算方法について学びます。

1．直列接続の合成抵抗（n個）

抵抗

$$R_0 = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

[Ω]

2．並列接続の合成抵抗（n個）

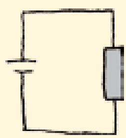
抵抗

$$R_0 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}}$$

[Ω]

3 分圧と分流

分圧と分流について学びます。



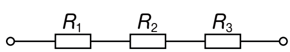
1 直列接続と並列接続

重要度★★★

直列接続(ちょくれつせつぞく)とは，抵抗を「数珠(じゅず)つなぎ」のように一列につなげる方法です。**並列接続**(へいれつせつぞく)とは，電流が枝分かれするようなつなぎ方で，抵抗の端子(たんし)どうしをつなげる方法です。**直並列接続**(ちょくへいれつせつぞく)とは，直列接続と並列接続を組み合わせた接続方法をいいます。

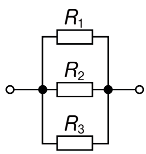
板書 直列と並列

直列接続



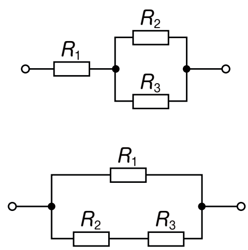
抵抗が一列につながっている

並列接続



抵抗が枝分かれにつながっている

直並列接続

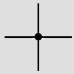


直列と並列が組み合わさっている

ひとこと

回路図では，線がクロスしているだけではつながっていることにはなりません。つながっていることを表すには，●が必要です。

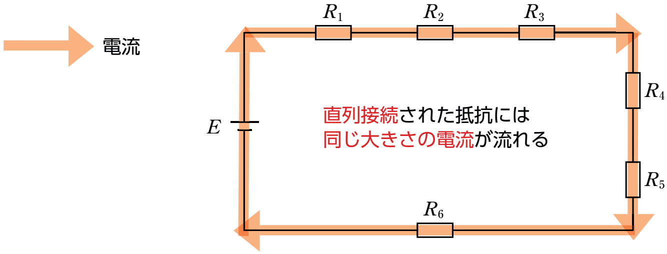
つながっていない



つながっている

Ⅰ 直列接続

直列接続された各抵抗には電流の連続性から同じ大きさの電流が流れます。

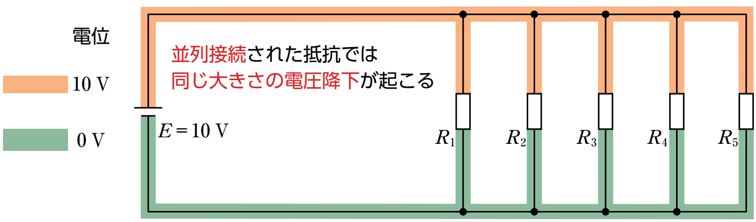


Ⅱ 並列接続

並列接続の場合，並列接続された各抵抗による電圧降下は等しくなります。

電位は抵抗や電源を通過しない限り変化しないので，導線を等しい電位ごとに色分けした**電位分布図**を書くと次のようになります。

電位分布図より，並列接続された各抵抗の両端子の電位差，すなわち並列接続された各抵抗による電圧降下が等しいのがわかります。



板書 **直列接続された抵抗・並列接続された抵抗を含む電気回路のポイント**

直列接続 …各抵抗に流れる電流は等しい

並列接続 …各抵抗による電圧降下は等しい

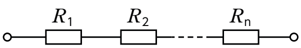
2 合成抵抗

重要度★★★

複数の抵抗をひとまとめにして，置き換えができる抵抗を合成抵抗（ごうせいていこう）といいます。合成抵抗R_0[Ω]は次のように求めます。

公式 合成抵抗

1. 直列接続の合成抵抗（n個）

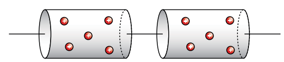


抵抗

$$R_0 = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

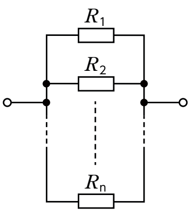
[Ω]

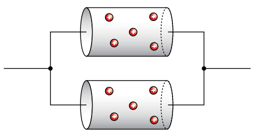
●は障害物



障害物がある通り道が長くなって
電流は通りにくくなる

2. 並列接続の合成抵抗（n個）





通路の入口が広くなって，
電流が流れやすくなる

抵抗

$$R_0 = \cfrac{1}{\cfrac{1}{R_1} + \cfrac{1}{R_2} + \cdots + \cfrac{1}{R_n}}$$

[Ω]

→抵抗が2個のときだけ，$\dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ で計算できる

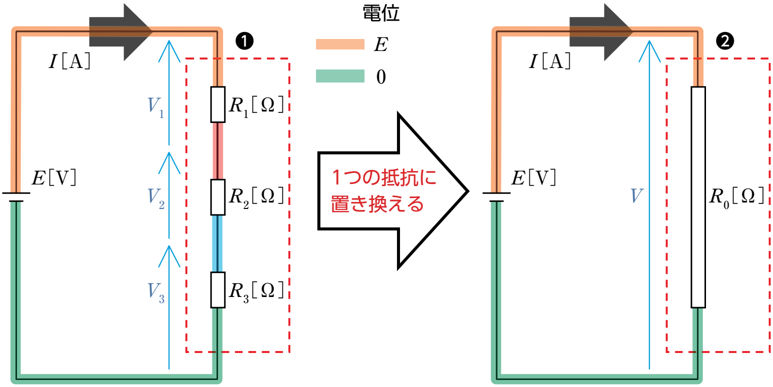
$\dfrac{積}{和}$ で「わぶんのせき」と覚える

Ⅰ 直列接続された抵抗の合成抵抗

回路図1のように直列接続された複数の抵抗を，回路図2のように1つの抵抗に置き換えて，回路図1と回路図2で等しい大きさの電流が流れるようにします。

このとき，回路図2は回路図1の等価回路（とうかかいろ）であるといいます。ここで，ど

のような抵抗R_0に置き換えると2つの回路図が等価になるかを考えます。



【回路図1】　【回路図2】

まず回路図1において，抵抗R_1[Ω]，R_2[Ω]，R_3[Ω]による電圧降下をそれぞれV_1[V]，V_2[V]，V_3[V]とすると，オームの法則より以下の式が成り立ちます。

$$\begin{cases} V_1 = R_1 I\,[\mathrm{V}] \\ V_2 = R_2 I\,[\mathrm{V}] \\ V_3 = R_3 I\,[\mathrm{V}] \end{cases}$$

各電圧降下V_1[V]，V_2[V]，V_3[V]の合計は，赤い点線範囲❶の両端の電位差Eに等しいので，次の等式を導くことができます。

$$\begin{aligned} E &= V_1 + V_2 + V_3 \\ &= R_1 I + R_2 I + R_3 I \\ &= (R_1 + R_2 + R_3) I\,[\mathrm{V}] \cdots ① \end{aligned}$$

次に回路図2において，オームの法則より，以下の式が成り立ちます。

$$V = R_0 I\,[\mathrm{V}]$$

電圧降下Vは，赤い点線範囲❷の両端の電位差Eに等しいので，次の等式を導くことができます。

$$\begin{aligned} E &= V \\ &= R_0 I\,[\mathrm{V}] \cdots ② \end{aligned}$$

①＝②であるから，比較すると，合成抵抗$R_0 = R_1 + R_2 + R_3$[Ω]となり，

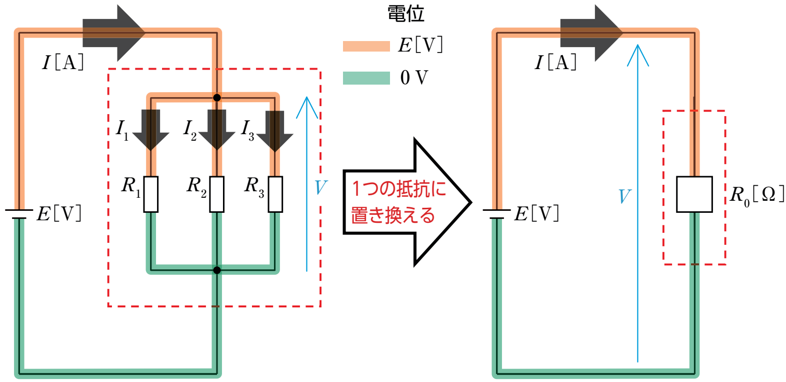
合成抵抗は各抵抗の合計となります。これは，抵抗の数がn個であっても成り立ちます。

ひとこと

合成抵抗の公式は覚えるだけでなく，何度も自分で導く練習をしましょう。

Ⅱ 並列接続された抵抗の合成抵抗

並列接続された複数の抵抗を1つの抵抗に置き換えて，2つの回路に等しい大きさの電流が流れるようにします。ここで，どのような抵抗R_0[Ω]に置き換えると2つの回路図が等価になるかを考えます。



【回路図1】　【回路図2】

まず回路図1において，

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \text{[A]} \quad \cdots①$$

が成り立ちます。

I_1[A]，I_2[A]，I_3[A]はオームの法則より，それぞれ次のように表されます。

$$I_1 = \frac{V}{R_1}\text{[A]},\ I_2 = \frac{V}{R_2}\text{[A]},\ I_3 = \frac{V}{R_3}\text{[A]}$$

これを①に代入すると，次のようになります。

$$
\begin{aligned}
I &= I_1 + I_2 + I_3 \\
&= \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} \\
&= V \times \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right) [\mathrm{A}] \quad \cdots ②
\end{aligned}
$$

次に回路図2において，I[A]はオームの法則より，次のように表されます。

$$
\begin{aligned}
I &= \frac{V}{R_0} \\
&= V \times \frac{1}{R_0} [\mathrm{A}] \quad \cdots ③
\end{aligned}
$$

②＝③なのでこれを比較すると，

$$
\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} [\mathrm{S}] \quad \cdots ④
$$

であることがわかります。

ひとこと

抵抗Rの逆数$\frac{1}{R}$をコンダクタンスGといい，電流＝電圧×コンダクタンスとなります。単位は[S]（ジーメンス）です。

さらに両辺の逆数を取っても等式④は成り立つので，

$$
\frac{1}{\left(\frac{1}{R_0}\right)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}
$$

左辺に$\frac{R_0}{R_0}$を掛けても等式は成立するので，

$$
左辺 = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_0}\right)} = \frac{1 \times R_0}{\left(\frac{1}{R_0}\right) \times R_0} = R_0 [\Omega]
$$

したがって，

$$
R_0 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} [\Omega]
$$

となり，合成抵抗R_0[Ω]は並列に接続された「各抵抗の逆数の和」の逆数であることがわかります。

ひとこと

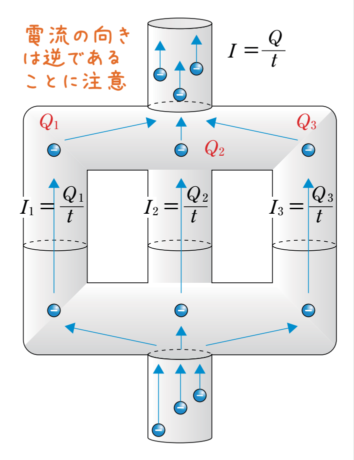
$I=I_1+I_2+I_3$が成立する理由

ある断面に流入する電荷と，そこから流出する電荷は等しく，電荷が消滅したり湧き出したりすることはありません。したがって，ある断面に注目したとき，t秒間に流入する電荷Qと，t秒間に流出する電荷がQ_1,Q_2,Q_3であるならば，$Q=Q_1+Q_2+Q_3$の関係があります。

両辺をt秒で割ると，

$$\frac{Q}{t}=\frac{Q_1}{t}+\frac{Q_2}{t}+\frac{Q_3}{t}$$

となります。これは，1秒あたりに通過する電荷量，つまり電流を意味するので，$I=I_1+I_2+I_3$の関係が成り立ちます。



問題集 問題01 問題02 問題03 問題04 問題05

3 分圧と分流

重要度★★★

I 抵抗の直列接続と分圧

抵抗は直列につながれると，電圧降下によって，電圧を分ける機能があります（分圧（ぶんあつ））。回路全体の電圧を各抵抗の抵抗値で比例配分します。

ひとこと

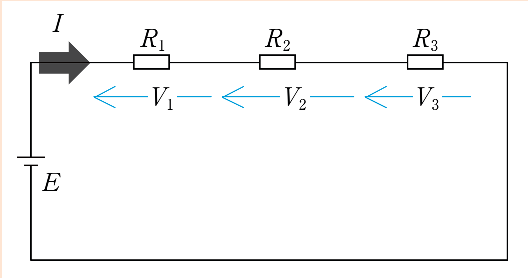
オームの法則から導くことができます。

基本例題

直列に接続された抵抗による分圧を考察する。以下の空欄を埋めよ。

(1)　直列に接続された抵抗R_1[Ω], R_2[Ω], R_3[Ω]に流れる電流の大きさがI[A]であるとき，オームの法則より，$V_1=$ $\boxed{(ア)}$, $V_2=$ $\boxed{(イ)}$, $V_3=$ $\boxed{(ウ)}$ と表すことができる。

(2)　V_1,[V] V_2[V], V_3[V]の比は，$\boxed{(ア)}$: $\boxed{(イ)}$: $\boxed{(ウ)}$ となり，すべての項をI[A]で割ると，$V_1:V_2:V_3=R_1:R_2:R_3$となる。



(3)　電圧降下は，抵抗による電位の降下を意味する。電源電圧の起電力をE[V]とすると，R_1[Ω], R_2[Ω], R_3[Ω]による電圧降下V_1[V], V_2[V], V_3[V]の合計は，R_1[Ω]の左側端子の電位E[V]，R_3の右側端子の電位0 Vの差であるからE[V]である。これを$R_1:R_2:R_3$の比で分圧すると，

$$V_1=E\times\frac{R_1}{R_1+R_2+R_3}\text{[V]}$$

$$V_2=E\times\frac{\boxed{(エ)}}{R_1+R_2+R_3}\text{[V]}$$

$$V_3=E\times\frac{\boxed{(オ)}}{R_1+R_2+R_3}\text{[V]}$$

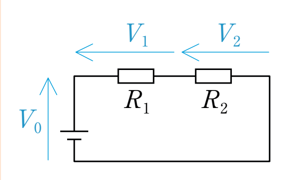
と表すことができる。

解答

(ア) R_1I　(イ) R_2I　(ウ) R_3I　(エ) R_2　(オ) R_3

基本例題 抵抗による分圧(2)

$V_0 = 100$ V, $R_1 = 2$ Ω, $R_2 = 3$ Ωのとき, V_1[V], V_2[V]の電圧を求めよ。



解答

電圧 V_0[V]が $R_1 : R_2$ で分圧されるから,

$$V_1 = V_0 \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 100 \times \frac{2}{2+3} = 40\ \text{V}$$

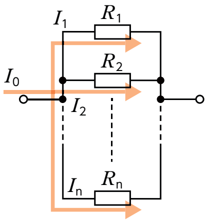
$$V_2 = V_0 \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 100 \times \frac{3}{2+3} = 60\ \text{V}$$

II 抵抗の並列接続と分流

抵抗の並列接続回路では，電流を分け合う**分流**（ぶんりゅう）が起こります。各抵抗に流れる**分路電流**（ぶんろでんりゅう）は，抵抗値の逆比例配分（たとえば，$\frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3}$）で求められます。

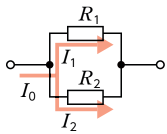
公式 分路電流（分流の式）

電流が分かれる比率



電流
$$I_1 : I_2 : \cdots : I_n = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \cdots : \frac{1}{R_n}$$
（I_1 [A]，R_1 抵抗 [Ω]）

2つの抵抗の場合の分路電流



$$分路電流＝分流前の電流\times\frac{反対側の抵抗}{抵抗の和}$$

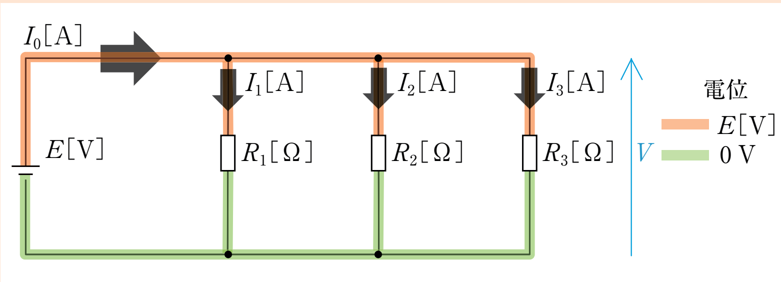
$$I_1 = I_0 \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = I_0 \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

基本例題 抵抗による分流(1)

並列に接続された抵抗による電流の分流を考察する。以下の空欄を埋めよ。

(1) 次の回路の電位分布を見ると，並列接続されたR_1, R_2, R_3の両端子の各電位差はすべて$V=E-0=$ ㋐ [V]である。電圧とは電位差のことであるから，並列接続された各抵抗に加わる電圧はすべて等しいといえる。



(2) オームの法則より，電圧Vと抵抗R_1, R_2, R_3を用いて，$I_1=$ ㋑ , $I_2=$ ㋒ , $I_3=$ ㋓ と表すことができる。

(3)　I_1, I_2, I_3 の比は，$\boxed{(イ)}$: $\boxed{(ウ)}$: $\boxed{(エ)}$ となり，すべての項を V で割ると，$I_1 : I_2 : I_3 = \dfrac{1}{R_1} : \dfrac{1}{R_2} : \boxed{(オ)}$ となる。I_1, I_2, I_3 は I_0 がこの比で分流したものだから，

$$I_1 = I_0 \times \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}} [\mathrm{A}]$$

$$I_2 = I_0 \times \frac{\boxed{(カ)}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}} [\mathrm{A}]$$

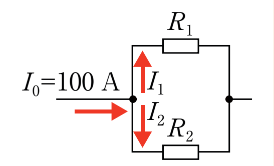
$$I_3 = I_0 \times \frac{\frac{1}{R_3}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}} [\mathrm{A}]$$

と表すことができる。

解答　(ア) E　(イ) $\dfrac{V}{R_1}$　(ウ) $\dfrac{V}{R_2}$　(エ) $\dfrac{V}{R_3}$　(オ) $\dfrac{1}{R_3}$　(カ) $\dfrac{1}{R_2}$

基本例題　抵抗による分流(2)

電流 $I_0 = 100$ A，$R_1 = 2$ Ω，$R_2 = 3$ Ω のとき，分路電流 I_1，I_2 を求めよ。



解答

2つの抵抗が並列接続されている場合，分路電流＝分流前の電流×$\dfrac{\text{反対側の抵抗}}{\text{抵抗の和}}$ となるから，

$$I_1 = I_0 \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 100 \times \frac{3}{2+3} = 60\ \mathrm{A}$$

$$I_2 = I_0 \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 100 \times \frac{2}{2+3} = 40\ \mathrm{A}$$

問題集 問題06 問題07

SECTION
04

キルヒホッフの法則

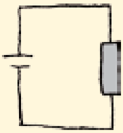
このSECTIONで学習すること

1 キルヒホッフの第一法則（電流則）

流れ込む電流の和＝流れ出る電流の和
$(I_1 + I_2)$　　$(I_3 + I_4 + I_5)$

2 キルヒホッフの第二法則（電圧則）

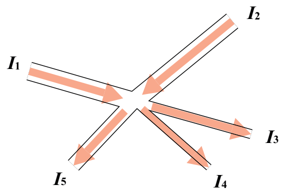
起電力の総和＝電圧降下の総和
$(E_1 + E_2)$　　$(R_1 I + R_2 I)$



1 キルヒホッフの第一法則（電流則） 重要度★★★

ある点に流れ込む電流の和と，そこから流れ出る電流の和は同じです。これを**キルヒホッフの第一法則**（**電流則**）といいます。

公式 キルヒホッフの第一法則



流れ込む電流の和＝流れ出る電流の和
(I_1+I_2) 　　$(I_3+I_4+I_5)$

これを別の表現にすると…

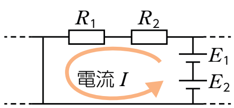
$$I_1+I_2-I_3-I_4-I_5=0$$

出て行く電流には－をつける

2 キルヒホッフの第二法則（電圧則） 重要度★★★

回路中の任意の閉回路（一周しているループ）において，起電力の総和と電圧降下の総和は等しくなります。これを**キルヒホッフの第二法則**（**電圧則**）といいます。

公式 キルヒホッフの第二法則

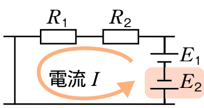


任意の閉回路（回路の一部）

起電力の総和＝電圧降下の総和
(E_1+E_2) 　　(R_1I+R_2I)

ひとこと

もしも，電源が逆向きにあるときは，単純にマイナスします。

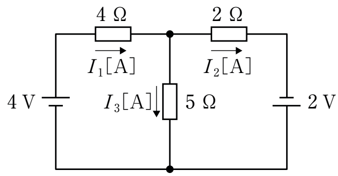


$$E_1-E_2=R_1I+R_2I$$

基本例題　キルヒホッフの法則(H20A7)

図のように，2種類の直流電源と3種類の抵抗からなる回路がある。各抵抗に流れる電流を図に示す向きに定義するとき，電流I_1[A]，I_2[A]，I_3[A]の値として，正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	I_1	I_2	I_3
(1)	−1	−1	0
(2)	−1	1	−2
(3)	1	1	0
(4)	2	1	1
(5)	1	−1	2



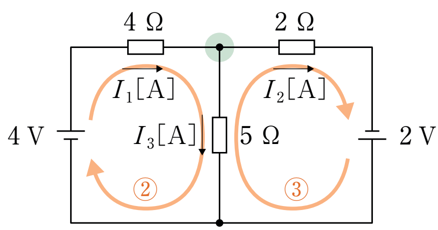
解答

回路図において緑色の節点に注目すると，キルヒホッフの第一法則より，流れ込む電流と出て行く電流は等しいから，

$$I_1 = I_2 + I_3 \text{[A]} \quad \cdots ①$$

オレンジ色のループに注目すると，キルヒホッフの第二法則より，起電力の和と電圧降下の和は等しいから（なお，自分で決めたループと逆向きの電流はマイナスをつけて計算する）

$$\begin{cases} 4 = 4I_1 + 5I_3 & \cdots ② \\ 2 = 2I_2 - 5I_3 & \cdots ③ \end{cases}$$



回路図

②に①を代入して

$$4 = 4(I_2 + I_3) + 5I_3$$

$$4 = 4I_2 + 9I_3 \quad \cdots ②'$$

②’と③×2より

$$\begin{array}{rl} & 4 = 4I_2 + 9I_3 \quad \cdots ②' \\ -) & 4 = 4I_2 - 10I_3 \quad \cdots ③ \times 2 \\ \hline & 0 = 19I_3 \end{array}$$

よって，$I_3 = 0$ A，$I_2 = 1$ A

これと①より$I_1 = 1$ A

ゆえに，解答は(3)となる。

問題集　問題09　問題10　問題11

CHAPTER 01

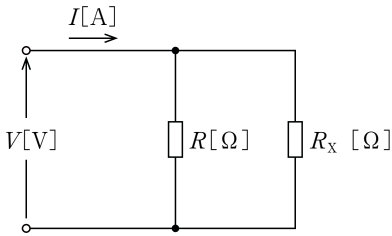
直流回路

難易度 **A**

合成抵抗(1)

教科書 SECTION 02

問題01 図のように，抵抗R[Ω]と抵抗R_X[Ω]を並列に接続した回路がある。この回路に直流電圧V[V]を加えたところ，電流I[A]が流れた。R_X[Ω]の値を表す式として，正しいものを次の(1)〜(5)のうちから一つ選べ。



(1) $\dfrac{V}{I}+R$　　(2) $\dfrac{V}{I}-R$　　(3) $\dfrac{R}{\dfrac{IR}{V}-V}$

(4) $\dfrac{V}{\dfrac{I}{V-R}}$　　(5) $\dfrac{VR}{IR-V}$

H25-A5

	①	②	③	④	⑤
学習日					
理解度 (○/△/×)					

解説

回路全体の合成抵抗は$\dfrac{R \cdot R_X}{R+R_X}$[Ω]であるから，オームの法則 $V = RI$ より，

$$V = I\frac{R \cdot R_X}{R + R_X}$$

$$V(R + R_X) = IRR_X$$

$$VR + VR_X = IRR_X$$

$$VR = IRR_X - VR_X$$

$$VR = (IR - V)R_X$$

$$R_X = \frac{VR}{IR - V}[\Omega]$$

よって，(5)が正解。

解答… (5)