

3章 直流回路

17ME:03-01

○導体, 絶縁体 (p.25)

電気が流れる = 電流 → _____

電気の流れ易さによる物質の分類

導体(流れやすい) ... _____他
抵抗(電気抵抗)が小さい, 抵抗値が低い

絶縁体(流れにくい) ... _____など
抵抗が大きい, 抵抗値が高い

半導体(中間の性質)

広義 : 抵抗が導体と絶縁体の中間のもの

狭義 : 金属不純物半導体(p型半導体, n型半導体)→第6章

○電流, 電圧, 抵抗

03-02

電子の流れ = **電流(I)** +から-に流れる(電子の流れは逆)
単位: A(アンペア)

電位の差 = **電圧(V)** 電位の____ところから____ところへ
単位: V(ボルト)

電位の異なる2点を**導線**でつなぐ



電流が流れる (電位の高い方から低い方へ)

導線によって電流が **流れやすい・流れにくい** がある.

=> **抵抗(R)** (電気抵抗) 単位: _____

3.1 オームの法則 (p.25)

$I =$

$V =$

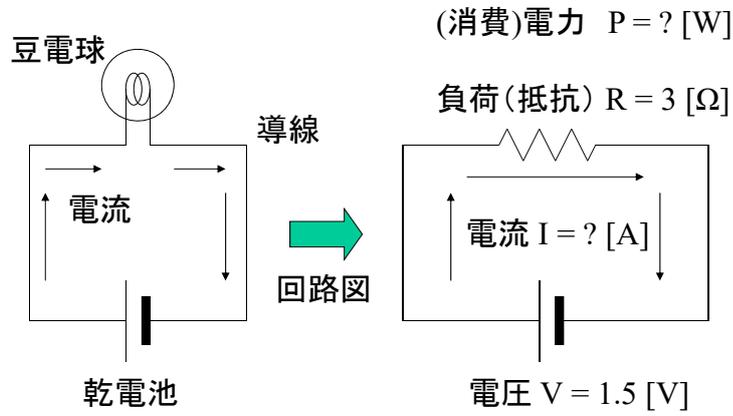
$R =$

(3.1~

3.3)

○豆電球の回路

03-03



オームの法則により

図3-1

$$I = \frac{V}{R} = \text{——} = \text{ [A] } \quad (3.4)$$

○電力(消費電力)

03-04

$$P = V \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R} \quad (3.5)$$

$$P = VI = \text{——} = \text{——} \text{ [W] } \quad (3.6)$$

$$P = R I^2 = \text{——} = \text{——} \text{ [W] } \quad (3.7)$$

$$P = \text{——} = \text{——} = \text{——} \text{ [W] } \quad (3.8)$$

3. 2 並列接続 (p.27)

03-05

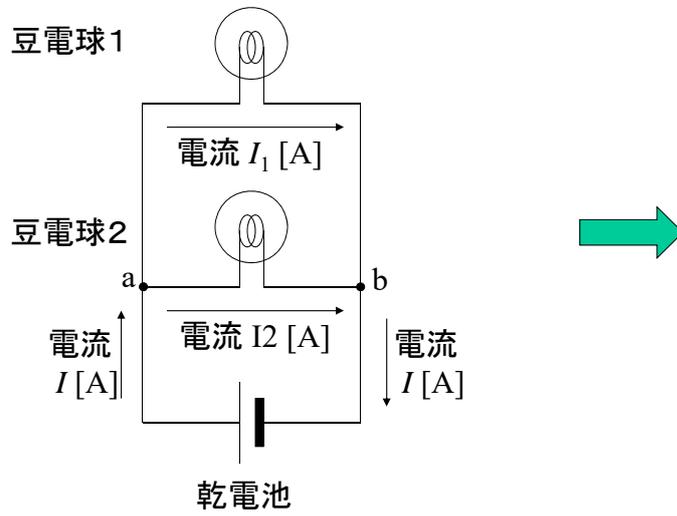


図3-2 (a)

03-06

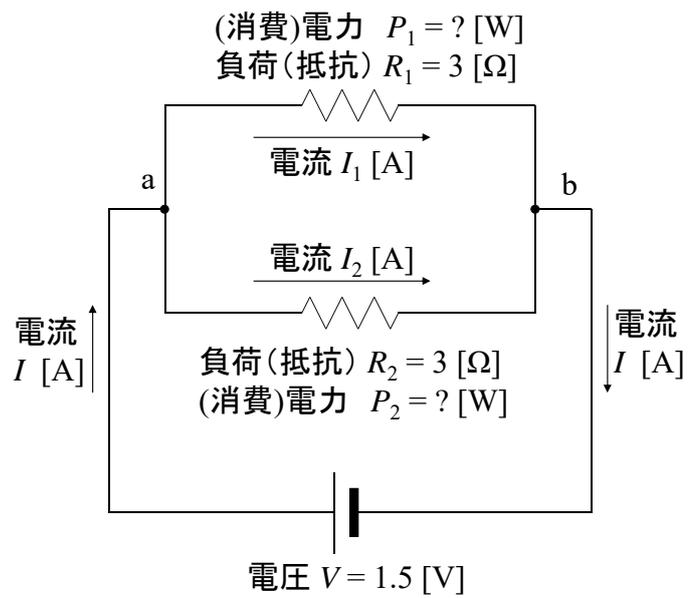


図3-2(b)

ME:03-07

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \text{-----} = \text{ [A] } \quad (3.9)$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \text{-----} = \text{ [A] } \quad (3.10)$$

$$P_1 = R_1 \cdot I_1^2 = \text{-----} = \text{ [W] } \quad (3.11)$$

$$P_2 = R_2 \cdot I_2^2 = \text{-----} = \text{ [W] } \quad (3.12)$$

$$I = I_1 + I_2 = \text{-----} + \text{-----} = \text{ [A] } \quad (3.13)$$

$$\text{(合成抵抗)} R = \frac{V}{I} = \text{-----} = \text{ [}\Omega\text{] } \quad (3.14)$$

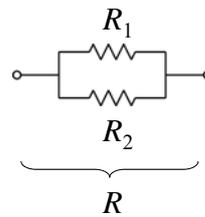
03-08

○並列接続

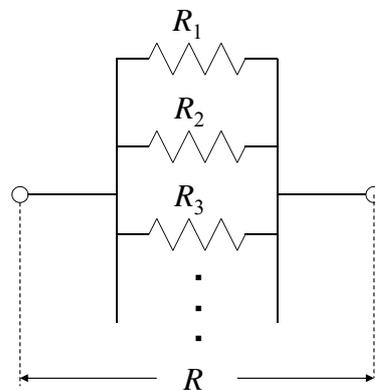
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

電流は、抵抗の_____

→ 参考：電流計の分流器 (shunt)



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$



3. 3 直列回路 (p.29)

03-09

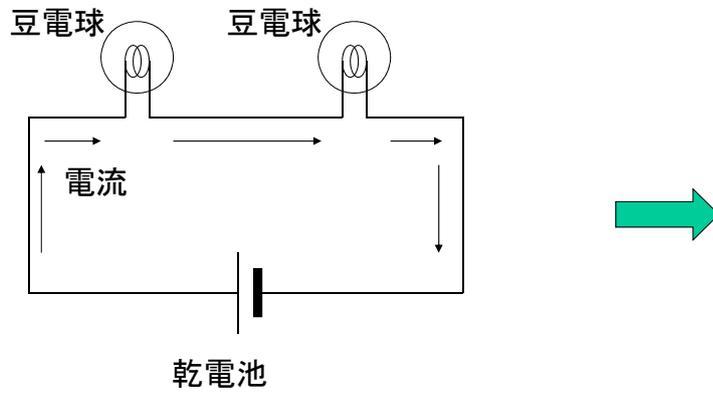


図3-4(a)

03-10

(消費)電力 $P_1 = ? [A]$ (消費)電力 $P_2 = ? [A]$

負荷(抵抗) $R_1 = 3 [\Omega]$ 負荷(抵抗) $R_2 = 3 [\Omega]$

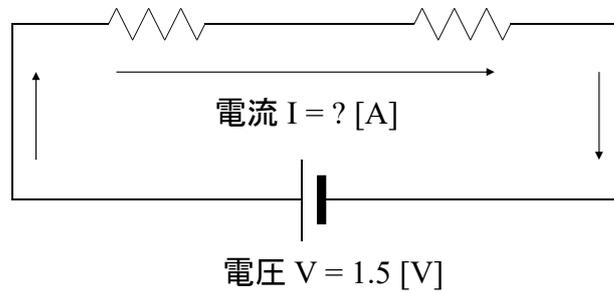
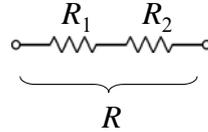


図3-4(b)

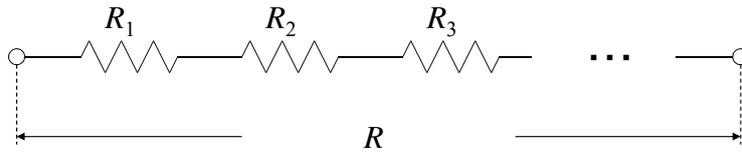
○直列接続

$$R = R_1 + R_2$$



電圧は、抵抗に_____

→ 参考：電圧計の倍率器 (multiplier)



$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

(計算1)

$$R = R_1 + R_2 = 3 [\Omega] + 3 [\Omega] = 6 [\Omega] \quad (3.17)$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.5[\text{V}]}{6[\Omega]} = 0.25 [\text{A}] \quad (3.18)$$

$$P_1 = R_1 I^2 = 3 \times 0.25^2 = 0.1875 [\text{W}] \quad (3.19)$$

$$P_2 = R_2 I^2 = 3 \times 0.25^2 = 0.1875 [\text{W}] \quad (3.20)$$

(計算2)

ME:03-13

$$V1 = R1 \cdot I = 3 [\Omega] \times 0.25 [\text{A}] = 0.75 [\text{V}] \quad (3.21)$$

$$V2 = R2 \cdot I = 3 [\Omega] \times 0.25 [\text{A}] = 0.75 [\text{V}] \quad (3.22)$$

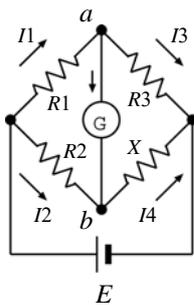
$$V = V1 + V2 = 0.75 [\text{V}] + 0.75 [\text{V}] = 1.5 [\text{V}] \quad (3.23)$$

$$P1 = \frac{V1^2}{R1} = \frac{0.75^2}{3} = 0.1875 [\text{W}] \quad (3.24)$$

$$P2 = \frac{V2^2}{R2} = \frac{0.75^2}{3} = 0.1875 [\text{W}] \quad (3.25)$$

(略) 抵抗ブリッジ(ホイートストン・ブリッジ)

03-14



平衡条件: =

$$X = \text{—————}$$

G: _____ (Garvano Meter)
= 微小な電流を計るための精密な電流計

図 ホイートストンブリッジ

演習: ホイートストン・ブリッジの平衡条件を導出せよ.

3.4 電池の容量・一次電池と二次電池 (p.33)

03-15

一次電池 = 使い捨て
 ... _____ など

二次電池 = 充電可能
 ... _____ など

電池の容量 = 電流 × 時間 (例)

$$\frac{0.5 \text{ [AH]}}{0.5 \text{ [A]}} = 1 \text{ [H]}$$

単位: [AH] (アンペアアワー)

$$\frac{0.5 \text{ [AH]}}{1 \text{ [A]}} = 0.5 \text{ [H]}$$

$$\frac{0.5 \text{ [AH]}}{0.25 \text{ [A]}} = 2 \text{ [H]}$$

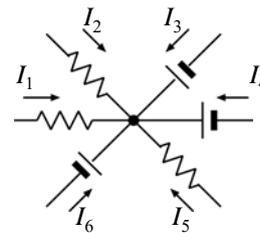
3.5 キルヒホッフの法則 (p.37)

03-16

第1法則(電流の関係) 任意の節点について

$$I_1 + I_2 + \dots + I_n = 0$$

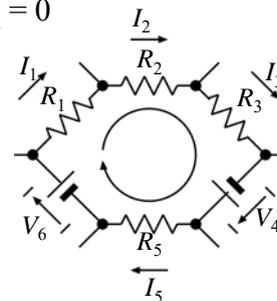
(ある分岐点に _____ 電流の総和と
 _____ 電流の総和は等しい)



第2法則(電位の関係) 任意の網について

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + \dots + I_n R_n + V_1 + V_2 + \dots + V_n = 0$$

(ある閉じた回路を1周して、もとに戻るまでの
 _____ の総和と、途中の _____ の総和は
 等しい)



※図では、抵抗、電池を省略しているが、
 式では任意の箇所にあることを意味している

3.6 電圧計と電流計 (p.38)

03-17

電圧を計る計器 …… 電圧計

電流を計る計器 …… 電流計

直流用と交流用は別

従来は_____式, 近年は_____が主流

測定範囲 固定のもの, 切り替え(選択)式のもの

テスタ(回路計) :

直流・交流 電圧および電流 抵抗値(直流抵抗)

測定範囲をスイッチで切り替えることができる

○テスタの使い方

03-18

テストリード(線): 2本 赤 …… ___ 黒 …… ___

・電圧 または 電流 の場合 直流か交流か 選択

・レンジ(測定範囲) を選択 (デジタルの場合は自動)

※大体の検討をつけて大きめのレンジを選択

(振り切れると計器が壊れる可能性あり)

最初に大体の値を測ってから, 順次小さなレンジに変えて
精度を上げる.

・抵抗値の場合 → 0Ω調整 (アナログの場合)

※テストリードを短絡(ショート) しっかりと

そのときに針が0を示すようにツマミで調整.

レンジを変えたとき, その都度必要.

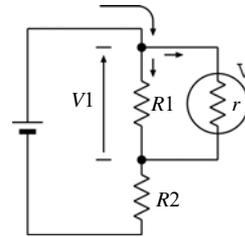
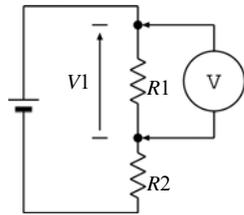
いずれの場合も_____が複数あるので, 適切なもので値を読む.

直流の場合は極性を間違えないこと.

○電圧計

ME:03-19

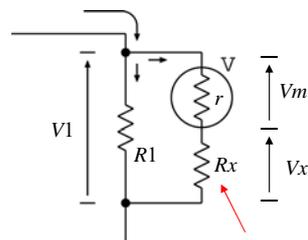
測定したい回路に並列に接続する



電圧計の
内部抵抗: r

電圧計の倍率器

・・・電圧計に_____に倍率器(抵抗 R_x)を接続



倍率器

測定範囲を n 倍にする:

$$R_x =$$

03-20

$$V_m = \frac{r}{r + R_x} V_1 \quad (3.31)$$

$$V_x = \frac{R_x}{r + R_x} V_1 \quad (3.32)$$

$$V_1 = V_m + V_x \quad (3.33)$$

$$V_1 = \frac{r + R_x}{r} V_m \quad (3.34)$$

$$n = \frac{r + R_x}{r} \quad (3.35)$$

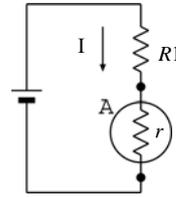
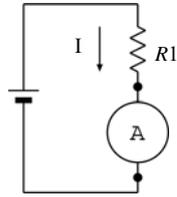
$$V_1 = n \cdot V_m \quad (3.36)$$

$$R_x = (n - 1) r \quad (3.37)$$

○電流計

03-21

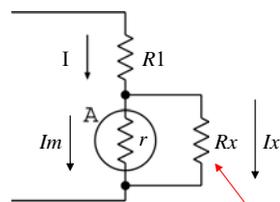
測定したい回路に直列に接続する



電流計の
内部抵抗: r

電流計の分流器

... 電流計に_____に分流器(抵抗 R_x)を接続



測定範囲を n 倍にする:

$$R_x =$$

分流器

03-22

$$I_m = \frac{R_x}{r + R_x} I \quad (3.38)$$

$$I_x = \frac{r}{r + R_x} I \quad (3.39)$$

$$I = I_m + I_x \quad (3.40)$$

$$I = \frac{r + R_x}{R_x} I_m \quad (3.41)$$

$$n = \frac{r + R_x}{R_x} \quad (3.42)$$

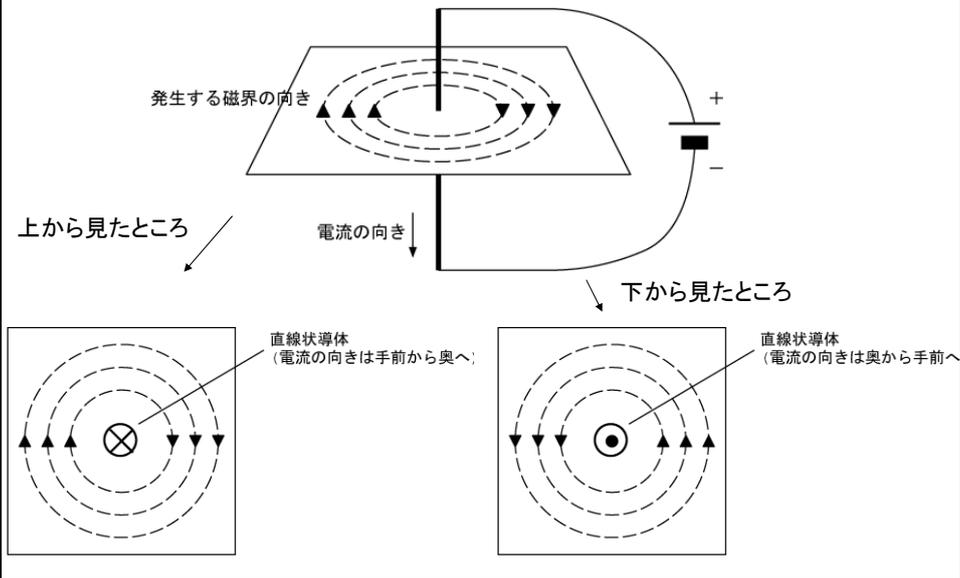
$$I = n \cdot I_m \quad (3.43)$$

$$R_x = \frac{r}{n - 1} \quad (3.44)$$

3.7 電磁石 (電流の磁気作用) (p.43)

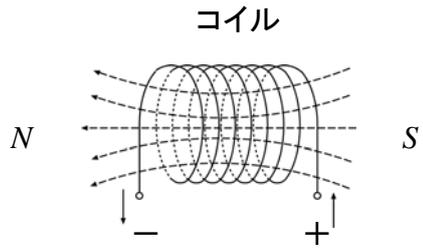
03-23

_____により発生する_____



コイル, ソレノイド (線輪)

03-24



電磁石と磁化曲線

- 電磁石
 - コイルに_____を入れる
 - (空心の場合よりはるかに強い磁石になる)

○_____特性

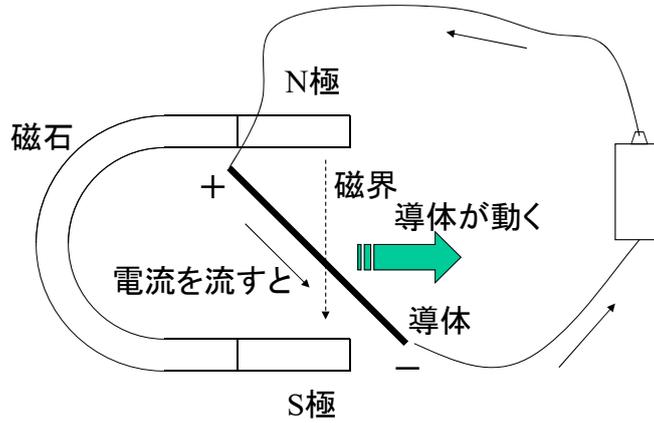
3.8 フレミングの法則

ME:03-25

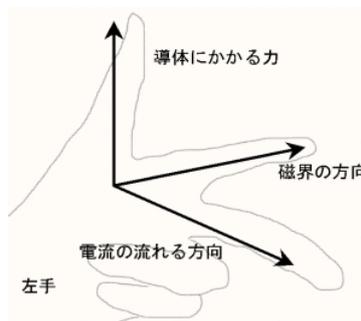
磁界中の導線にはたらく力 ()

○フレミング左手の法則 (p.45) ... モーターの原理

応用例: _____



03-26



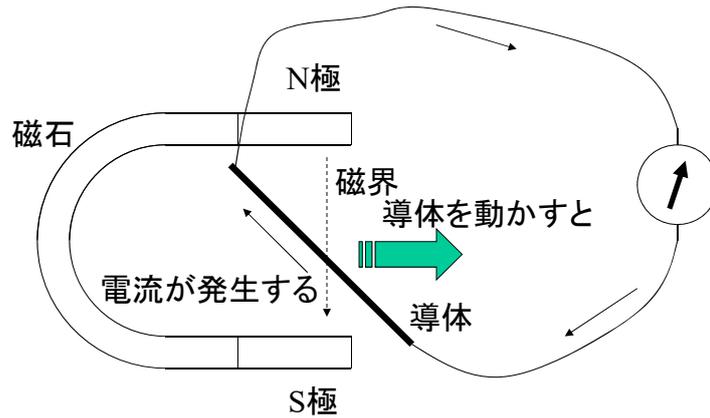
_____の左手の法則 (ローレンツ力)

磁界中の導体が運動したとき電流が発生する = _____ 03-27

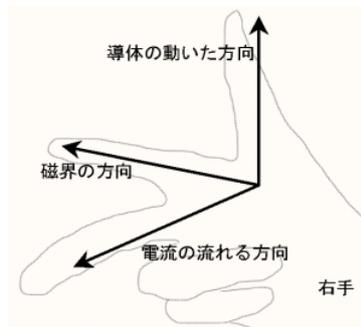
(相互誘導 … トランス(変圧器)の原理)

○フレミング右手の法則 (p.46) … 発電機の原理

応用例: _____ , _____ , _____ など



03-28



_____ の右手の法則 (電磁誘導)

コンデンサ

03-29

○平行平板コンデンサの原理

静電容量 (キャパシタンス) 単位: _____

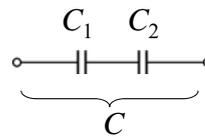
$$C =$$

S: 平板の面積, d: 平板間の距離
 ϵ : 誘電率

→ 面積が広いほど, 間隔が狭いほど容量は大きくなる

○直列接続

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



○並列接続

$$C = C_1 + C_2$$

