

●電流

電流は、次のように定義される。

*向き : 正電荷の流れる方向 (または, 負電荷の流れと逆方向)

*大きさ: 単位時間あたりに導線断面を通過する電荷

また, 単位は A (アンペア) を用いる. $A = C/s$ である.

●電池

電池は, 起電力の分だけ, 負極より正極の方が高くなる.

また, 電荷が負極から正極へ電荷 ΔQ 通過する時, 電池 (起電力 V_0) がする仕事は,

$$W_B = \Delta Q \cdot V_0$$

である.

同様に, 電池の仕事率は, 負極から正極へ電流 I が流れている時,

$$P = IV_0$$

である.

●抵抗

抵抗 (抵抗値 R) は, 電流 I が流れると, 電流の向きに

$$V_R = RI$$

だけ電位が下がる.

また, 単位時間あたりに生じるジュール熱 (消費電力) は,

$$P = RI^2$$

である.

●コンデンサー

コンデンサー（容量 C ）は，電荷 $\pm Q$ を持つとき， $+Q$ の方から $-Q$ の方に，

$$V_c = \frac{Q}{C}$$

だけ電位が下がる．

また，コンデンサーが電荷 $\pm Q$ を持つとき，静電エネルギーは，

$$U = \frac{Q^2}{2C}$$

である．

* コンデンサーに蓄えられている電荷は，微分可能な状態で変化する．

●コイル

コイル（インダクタンス L ）は，電流 I が流れている時，電流の向きに

$$V_L = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

だけ電位が下がる．

また，電流 I が流れている時，コイルにはエネルギーが

$$U_L = \frac{1}{2} L I^2$$

だけ蓄えられている．

* 教科書に載っている公式にはマイナスがついているが，それは「電流の向きを自己誘導起電力の正の向き」と設定した場合であるから，上にある式と整合性がとれている．

* コイルに流れる電流は，必ず連続である．

●回路の状態決定

回路の状態決定には、以下の法則に関して立式すれば、（初期条件を考慮すると）必ず一意的に決まる。

1. 電荷保存則
2. ファラデーの法則
3. 回路素子の性質

立てた式について解くと電流や電圧の情報は得られるが、時間がかかったり、微分方程式を解かないと行けない場合がある。（ただし、過渡状態についての情報を得られる。）ゆえに、高校物理では暗記すべきこと（常識とすべきこと）がある。それらを以下に記す。

- ・スイッチの切り替え直後、コンデンサーの電荷は変わらない.*¹
- ・スイッチの切り替え直後、コイルに流れる電流は変わらない.*²
- ・充分時間経過後、回路は定常状態となる。（電気振動が起こる場合を除く。）
- ・充分時間経過後、コイルの電流は一定となり、誘導起電力は 0 となる。
- ・充分時間経過後、コンデンサーの電荷は一定となり、コンデンサーへ流れる電流は 0 になる。

* 1：もし切り替え直後に電荷が変化していたら、その一瞬で ∞ の電流が流れたことになる。

* 2：コイルの性質である、電流は連続に変化することを踏まえれば、明らか。

●コンデンサーの内部構造

面積 S 、間隔 d の平行平板コンデンサが電荷 $\pm Q$ を持つとき、極板間の電場は、 $+Q$ から $-Q$ の向きへ、

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

である（ \because ガウスの法則）。また、極板間の電位差（電圧）を V とすると、 $V = Ed$ より、

$$V = \frac{Q}{\epsilon_0 S} d \quad \therefore Q = \frac{\epsilon_0 S}{d} V$$

よって、静電容量は、 $Q = CV$ と比較すると、

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

となる。

* ガウスの法則「電気力線は電荷 Q から $\frac{Q}{\epsilon_0}$ 本出る。」

$$* \epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k_0}$$

* 電場の大きさ $E \Leftrightarrow$ 単位面積を通過する電気力線の本数 E

●誘導体（不導体）

比誘電率 ϵ_r （誘電率 $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ ）の誘電体の内部の電場は，外部の電場の $\frac{1}{\epsilon_r}$ 倍となる．また，コンデンサーの極板間を誘電体で満たすと，静電容量が ϵ_r 倍になる．

●合成容量

2 つのコンデンサー（静電容量 C_1, C_2 ）を直列または並列に接続した時の合成容量（ C ）は，

$$C = C_1 + C_2 \quad (\text{並列})$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (\text{直列})$$

ただし，直列に接続した時の合成容量は，2 つの極板間の電荷が 0 であることを前提にしているため，注意しなければならない．

●記載していない知識・法則

クーロンの法則（点電荷のクーロン力と位置エネルギー）

電場・電位の定義と，それらの関係

平行一様電場について

電気力線と等電位線

静電誘導

ただし，これらはただの一例に過ぎない．

自分でしっかり調べてから，これらの公式を用いることを強く推奨する．

間違い・誤字等があれば，連絡してもらえるとありがたいです．