

SETUP DRILL 12

直流回路 設定別ドリル

回路の設定を6つに分けた。

回路は2つのことしか言っていない —— 分かれ道で電流の和が等しい、一周すると電位が元に戻る。

オームの法則もキルヒホッフも、全部この2つの言い換え。だから迷ったら電位を追う。それを6回確かめる。

使い方

1周目 設定の見出しと公式を読んだから5問続けて解く。

2周目 解く前に回路図に電流の向きと矢印を書き込んでから始める。

3周目 見出しを隠して、直列・並列で片づくかキルヒホッフが要るかを言ってから解く。

電池の内部抵抗は、とくに断らなければ無視する。

1章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

2章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

3章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

4章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

5章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

6章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

問 題 編

解説は後半にまとめてある。先に見ないこと。

電流の向きを先に決めること。

SETUP 01

直列と並列の合成

記号の約束

R 抵抗 I 電流 V 電圧（電位差）

この設定を見分ける手がかり

1. 一本道に並んでいる → 直列（電流が共通）
2. 同じ2点の間に並んでいる → 並列（電圧が共通）
3. → 内側の小さいまとまりから縮めていく

この設定で使う公式

- 直列： $R = R_1 + R_2$ （電流共通、電圧を分け合う）
- 並列： $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ （電圧共通、電流を分け合う）
- 2個の並列は $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ （和分の積）

1-1 合成 ★

3周チェック ☐ ☐ ☐

抵抗 R を2個使う。

1. 直列の合成抵抗を求めよ。
2. 並列の合成抵抗を求めよ。
3. 3個を並列にすると。

1-2 分配 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

抵抗 R_1 、 R_2 を直列につなぎ、全体に電圧 V をかけた。

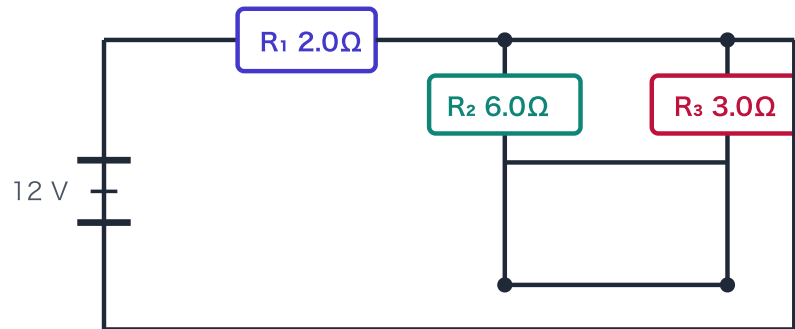
1. 流れる電流を求めよ。
2. それぞれにかかる電圧を求めよ。
3. 大きい抵抗と小さい抵抗、電圧が大きいのはどちらか。

1-3 並列の分配 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

抵抗 R_1 、 R_2 を並列につなぎ、電圧 V をかけた。

1. それぞれに流れる電流を求めよ。
2. 電流の比を求めよ。
3. 電流が大きいのはどちらか。

起電力 V の電池に、抵抗 R と、抵抗 R 2個の並列を直列につないだ。



R_2 と R_3 は並列

直列と並列の混合

1. 並列部分の合成抵抗を求めよ。
2. 全体の合成抵抗を求めよ。
3. 電池から流れ出す電流を求めよ。
4. 並列の1個に流れる電流を求めよ。

抵抗 R 3個を使って回路をつくる。

1. 合成抵抗が最も大きくなるつなぎ方と、その値を答えよ。
2. 最も小さくなるつなぎ方と、その値を答えよ。
3. $\frac{2R}{3}$ にするにはどうつなげばよいか。

SETUP 02

導線の形と抵抗

記号の約束

ρ 抵抗率 L 導線の長さ S 導線の断面積

この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「長さ」「断面積」「太さ」「材質」
2. $\rightarrow R = \rho \frac{L}{S}$ に入れる
3. $\rightarrow$ 引き伸ばす設定は体積が一定であることを使う

この設定で使う公式

- $R = \rho \frac{L}{S}$ (長いほど大きく、太いほど小さい)
- 引き伸ばし：体積 LS が一定
- 電流： $I = \frac{V}{R}$ 。電子の速さと $I = envS$ でつながる

2-1 形で変える ★

3周チェック ☐ ☐ ☐

ある導線の抵抗を R とする。

1. 長さを2倍にすると何倍か。
2. 断面積を2倍にすると何倍か。
3. 直径を2倍にすると何倍か。

2-2 引き伸ばす ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

抵抗 R の導線を、体積を変えずに一様に引き伸ばして長さを2倍にした。

1. 断面積は何倍になるか。
2. 抵抗は何倍になるか。
3. 長さを n 倍にすると抵抗は何倍か。

2-3 切ってつなぐ ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

抵抗 R の一様な導線を、長さが等しい2本に切った。

1. 1本の抵抗を求めよ。
2. 2本を並列につないだときの抵抗を求めよ。
3. 元の抵抗の何倍か。

2-4 電子の運動 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

断面積 S の導線を電流 I が流れている。自由電子の数密度を n 、電気量の大きさを e 、平均の速さを v とする。

1. I を e 、 n 、 v 、 S で表せ。
2. 電子の速さを求めよ。
3. 導線を細くすると電子の速さはどうなるか。

2-5 温度 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

金属の抵抗率と温度について答えよ。

1. 温度が上がると金属の抵抗率はどうなるか。
2. その理由を述べよ。
3. 半導体ではどうか。

SETUP 03

電池の内部抵抗

記号の約束

E 電池の起電力 r 内部抵抗 V 端子電圧

この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「内部抵抗 r 」「端子電圧」
2. → 電池を「起電力 E 」と「抵抗 r 」の直列に描き直す
3. → 端子電圧は E ではなく $E - rI$

この設定で使う公式

- 回路の電流： $I = \frac{E}{R + r}$
- 端子電圧： $V = E - rI = \frac{RE}{R + r}$
- R が大きいほど V は E に近づく

3-1 電流と端子電圧 ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

起電力 E 、内部抵抗 r の電池に、外部抵抗 R をつないだ。

1. 流れる電流を求めよ。
2. 端子電圧を求めよ。
3. 端子電圧が E より小さくなる理由を述べよ。

3-2 両端 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

同じ回路について答えよ。

1. $R \rightarrow \infty$ (開放) のとき端子電圧はいくらか。
2. $R = 0$ (短絡) のとき電流はいくらか。
3. そのとき端子電圧は。

3-3 内部抵抗を測る ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

起電力 E 、内部抵抗 r の電池に外部抵抗 R_1 をつないだときの端子電圧は V_1 、 R_2 をつないだときは V_2 であった。

1. それぞれの電流を書け。
2. 内部抵抗を求めよ。

3-4 消費電力最大 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

起電力 E 、内部抵抗 r の電池に外部抵抗 R をつなぐ。

1. 外部抵抗での消費電力を R の式で表せ。
2. それが最大になる R を求めよ。
3. そのときの電力を求めよ。

3-5 電池をつなぐ ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

起電力 E 、内部抵抗 r の電池を2個使う。

1. 直列につないだときの起電力と内部抵抗を求めよ。
2. 並列（同じ向き）につないだときはどうか。
3. 大きな電流がほしいときはどちらか。

SETUP 04

電池が2個以上ある（キルヒホッフ）

記号の約束

I_1, I_2 各枝を流れる電流

この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「2つの電池」「電池を含む枝が3本以上」
2. → 直列・並列にまとめられない
3. → 電流を文字で置き、分かれ道で1本、閉じた道で必要な数だけ式を立てる

この設定で使う公式

- 第1法則（分かれ道）：流れ込む和＝流れ出す和
- 第2法則（閉じた道）：起電力の和＝電圧降下の和
- 未知の電流の数だけ式を立てる

4-1 式の数 ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

3本の枝が2つの点でつながっている回路（各枝に抵抗があり、うち2本に電池がある）を考える。

1. 未知の電流はいくつか。
2. 第1法則から何本の式が立つか。
3. 第2法則から何本必要か。

4-2 2つの電池 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

起電力 E_1 、 E_2 の電池（内部抵抗は無視）と抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 からなる回路がある。 E_1 と R_1 の枝、 E_2 と R_2 の枝、 R_3 だけの枝が、点 A と点 B の間に並んでいる。A から B へ流れる向きを正とし、各枝の電流を I_1 、 I_2 、 I_3 とする。

1. 第1法則の式を書け。
2. 左のループを一周した式を書け。

4-3 向かい合う ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

起電力 E_1 、 E_2 ($E_1 > E_2$) の電池を、互いに逆向きに直列につなぎ、抵抗 R をつないだ。内部抵抗は無視する。

1. 回路全体の起電力を求めよ。
2. 流れる電流を求めよ。
3. E_2 の電池はどうなっているか。

4-4 電位を追う ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

起電力 E の電池に抵抗 R_1 、 R_2 を直列につないだ回路で、電池の負極を電位 0 とする。

1. 電池の正極の電位を答えよ。
2. R_1 を通ったあとの電位を求めよ。
3. R_2 を通ったあとの電位を求めよ。

4-5 ブリッジ ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 を四角形に並べ、対角に検流計をつないだ（ホイートストンブリッジ）。検流計に電流が流れなかった。

1. 検流計の両端の電位について何が言えるか。
2. つり合いの条件を求めよ。

SETUP 05

電力と発熱

記号の約束

P 電力 Q 発生する熱量 t 時間

この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「消費電力」「発生する熱量」「何ワット」
2. → 3つの形のうち分かっている量が2つ入っているものを選ぶ
3. → 直列なら I 共通、並列なら V 共通を思い出す

この設定で使う公式

- $P = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R}$
- 熱量: $Q = Pt$ (ジュール熱)
- 直列では RI^2 、並列では $\frac{V^2}{R}$ が使いやすい

5-1 式を選ぶ ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

抵抗 R_1 、 R_2 ($R_1 > R_2$) について答えよ。

1. 直列につないだとき、消費電力が大きいのはどちらか。
2. 並列につないだときはどちらか。
3. なぜ逆になるのか。

5-2 熱量 ★3周チェック ☐ ☐ ☐

抵抗 R に電圧 V を時間 t だけかけた。

1. 消費電力を求めよ。
2. 発生する熱量を求めよ。
3. 電圧を2倍にすると熱量は何倍か。

5-3 水を温める ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

抵抗 R の電熱線に電圧 V をかけて、質量 m 、比熱 c の水を温める。発生した熱がすべて水に伝わるとする。

1. 時間 t で発生する熱量を求めよ。
2. 温度上昇を求めよ。
3. 2倍の時間で温度上昇は何倍か。

5-4 定格 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

「100 V - 500 W」と書かれた電熱器がある（この電圧をかけたときこの電力になるという意味）。以下は文字式で答えよ。定格電圧を V_0 、定格電力を P_0 とする。

1. この電熱器の抵抗を求めよ。
2. 電圧 $\frac{V_0}{2}$ をかけたときの消費電力を求めよ。

5-5 送電 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

抵抗 r の送電線で、電力 P を電圧 V で送る。

1. 送電線を通る電流を求めよ。
2. 送電線で失われる電力を求めよ。
3. 電圧を2倍にすると損失は何倍か。

SETUP 06

オームの法則が使えない素子（グラフ）

記号の約束

V 電球にかかる電圧 I 電球を流れる電流

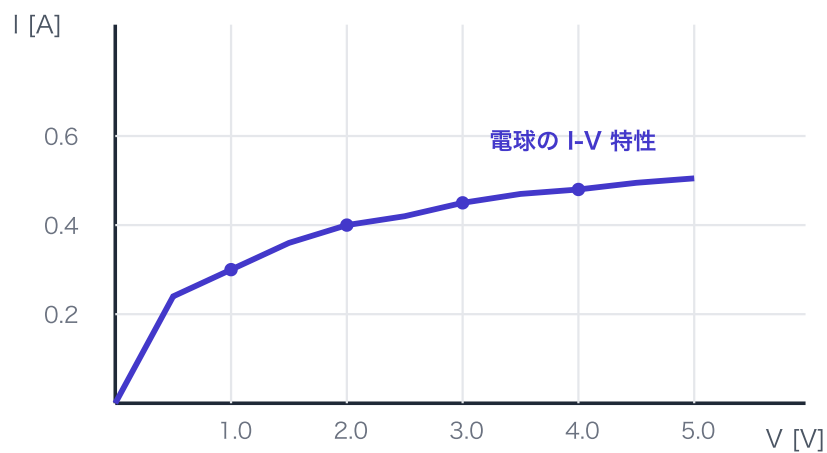
この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「電球」「 I - V 特性のグラフ」「非直線抵抗」
2. → R が一定でないので、式では解けない
3. → 回路の式をグラフに描き込んで、交点を読む

この設定で使う公式

- 回路の式： $V = E - RI$ （グラフでは右下がりの直線）
- その直線と特性曲線の交点が動作点
- その点での抵抗は $\frac{V}{I}$ （傾きではない）

電球の I - V 特性のグラフは、原点を通るが上に曲がった曲線になる。



電球の I - V 特性

1. なぜ直線にならないのか。
2. 電圧を上げると抵抗はどうなるか。

6-2 交点を読む ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

起電力 E の電池に、抵抗 R と電球を直列につないだ。電球の電圧を V 、電流を I とする。

1. 回路について成り立つ式を書け。
2. この式はグラフ上でどんな線か。
3. 電球の電圧と電流はどう決まるか。

6-3 抵抗を読む ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

電球の動作点が、電圧 V_1 、電流 I_1 に決まった。

1. この状態での電球の抵抗を求めよ。
2. 電球の消費電力を求めよ。
3. 抵抗は曲線の傾きで読んでよいか。

6-4 直列2個 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

同じ特性の電球2個を直列につなぎ、起電力 E の電池につないだ。

1. 1個あたりの電圧はいくらか。
2. 電流はどう読むか。
3. 1個だけのときと比べて明るい暗いか。

6-5 使い分け ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

回路の問題を解くときの道具の選び方を整理せよ。

1. 直列・並列でまとめられるとき。
2. 電池が2個以上あってまとめられないとき。
3. 電球など特性が曲線の時。

解説編

各問の冒頭にどこを一周したかを書いてある。

設定 1 直列と並列の合成

1-1 式を選ぶ

■(1) $2R$

■(2) $\frac{R}{2}$

■(3) $\frac{R}{3}$

同じ抵抗 n 個なら、直列は nR 、並列は $\frac{R}{n}$ 。

答 (1) $2R$ (2) $\frac{R}{2}$ (3) $\frac{R}{3}$

1-2 共通なものを見る

■(1) $I = \frac{V}{R_1 + R_2}$

■(2) $V_1 = R_1 I = \frac{R_1 V}{R_1 + R_2}$ 、 $V_2 = \frac{R_2 V}{R_1 + R_2}$

■(3) 大きい抵抗。

電流が共通なので、 $V = RI$ より R が大きいほど電圧も大きい。

答 (1) $\frac{V}{R_1 + R_2}$ (2) $\frac{R_1 V}{R_1 + R_2}$ 、 $\frac{R_2 V}{R_1 + R_2}$ (3) 大きい抵抗

1-3 電流を分け合う

■(1) $I_1 = \frac{V}{R_1}$ 、 $I_2 = \frac{V}{R_2}$

■(2) $I_1 : I_2 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} = R_2 : R_1$ (逆比)

■(3) 小さい抵抗。通りやすいほうに多く流れる。

直列は抵抗の比、並列は逆比。

答 (1) $\frac{V}{R_1}$ 、 $\frac{V}{R_2}$ (2) $R_2 : R_1$ (3) 小さい抵抗

1-4 内側から縮める

■(1) $\frac{R}{2}$

■(2) $R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$

■(3) $I = \frac{V}{3R/2} = \frac{2V}{3R}$

■(4) 並列部分で半分ずつに分かれる

$\frac{I}{2} = \frac{V}{3R}$

内側の並列 → 全体 → 電流 → 枝分かれの順で下りていく。

答 (1) $\frac{R}{2}$ (2) $\frac{3R}{2}$ (3) $\frac{2V}{3R}$ (4) $\frac{V}{3R}$

1-5 何が保たれるか

■(1) 3個すべて直列で $3R$

■(2) 3個すべて並列で $\frac{R}{3}$

■(3) $\frac{2R}{3}$ は $\frac{R}{3}$ の2倍でも $\frac{R}{2}$ の… と考えるより、

2個並列 ($\frac{R}{2}$) + 1個直列だと $\frac{3R}{2}$ で違う。

2個直列 ($2R$) と1個 (R) を並列にすると

$\frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{2R}{3} \rightarrow$ これが答え。

答 (1) 全部直列で $3R$ (2) 全部並列で $\frac{R}{3}$ (3) 2個直列と1個を並列

設定 2 導線の形と抵抗

2-1 比で答える

■(1) L に比例するので 2倍

■(2) $\frac{1}{S}$ に比例するので $\frac{1}{2}$ 倍

■(3) 面積は直径の2乗に比例して4倍になるので $\frac{1}{4}$ 倍

「太さ2倍」と「断面積2倍」は別物。

答 (1) 2倍 (2) 1/2 倍 (3) 1/4 倍

2-2 体積一定

■(1) LS が一定で L が2倍なので $\frac{1}{2}$ 倍

■(2) $R \propto \frac{L}{S}$ で、 L が2倍、 S が $\frac{1}{2}$ 倍

$2 \times 2 = 4$ 倍

■(3) 同様に n^2 倍

引き伸ばしは長さで断面積が同時に効くので2乗になる。

答 (1) 1/2 倍 (2) 4倍 (3) n^2 倍

2-3 分けて並べる

■(1) 長さが半分なので $\frac{R}{2}$

■(2) $\frac{R}{2}$ の並列なので $\frac{R}{4}$

■(3) $\frac{1}{4}$ 倍

「半分に切って束ねる」 = 「長さ半分・断面積2倍」なので $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ 。

答 (1) $\frac{R}{2}$ (2) $\frac{R}{4}$ (3) 1/4 倍

2-4 $I = envS$

■(1) 時間 t の間に断面を通る電子は、体積 vtS の中の nv 個

運ぶ電気量は $envtS$ なので $I = envS$

■(2) $v = \frac{I}{enS}$

■(3) S が小さいと v は大きくなる。

同じ電流を通すには、狭いところほど速く流れる必要がある (川と同じ)。

答 (1) $I = envS$ (2) $\frac{I}{enS}$ (3) 速くなる

2-5 金属は上がると増える

■(1) 大きくなる。

■(2) 温度が上がると金属イオンの熱振動が激しくなり、自由電子がぶつかりやすくなって流れにくくなるから。

■(3) 逆に小さくなる。

温度が上がると自由に動ける電子の数が増えるため。

金属は増え、半導体は減る。

答 (1) 大きくなる (2) 熱振動で電子が散乱されるから (3) 小さくなる

設定 3 電池の内部抵抗

3-1 r を直列に足す

■(1) $I = \frac{E}{R + r}$

■(2) $V = RI = \frac{RE}{R + r} (= E - rI)$

■(3) 内部抵抗でも電圧降下が起きているから。

電池が押し出した E のうち rI が電池内部で使われ、残りが外に出てくる。

答 (1) $\frac{E}{R + r}$ (2) $\frac{RE}{R + r}$ (3) 内部抵抗での電圧降下があるから

3-2 極端で確かめる

■(1) $I \rightarrow 0$ なので $V \rightarrow E$ 。

電流を流さなければ端子電圧＝起電力。

電圧計で電池の起電力が測れるのはこのため。

■(2) $I = \frac{E}{r}$ (最大の電流)

■(3) $V = 0$ 。

全部の電圧が内部抵抗で消費される。危険な状態。

答 (1) E (2) $\frac{E}{r}$ (3) 0

3-3 2つの状態から

$$\blacksquare(1) I_1 = \frac{V_1}{R_1}, I_2 = \frac{V_2}{R_2}$$

■(2) どちらも $E = V + rI$ が成り立つ

$$V_1 + rI_1 = V_2 + rI_2$$
$$r = \frac{V_2 - V_1}{I_1 - I_2} = \frac{V_2 - V_1}{\frac{V_1}{R_1} - \frac{V_2}{R_2}}$$

V - I グラフの傾きの大きさが r 、切片が E 。

実験ではこの直線を引いて求める。

$$\text{答 (2)} r = \frac{V_2 - V_1}{I_1 - I_2}$$

3-4 $R = r$ のとき

$$\blacksquare(1) P = RI^2 = \frac{RE^2}{(R+r)^2}$$

■(2) 分母分子を R で割ると

$$P = \frac{E^2}{\left(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}}\right)^2}$$

相加相乗平均より $\sqrt{R} = \frac{r}{\sqrt{R}}$ 、つまり $R = r$

$$\blacksquare(3) P_{\max} = \frac{rE^2}{(2r)^2} = \frac{E^2}{4r}$$

外部抵抗＝内部抵抗のとき最大。

抵抗が大きすぎても小さすぎても取り出せる電力は減る。

$$\text{答 (1)} \frac{RE^2}{(R+r)^2} \quad (2) R = r \quad (3) \frac{E^2}{4r}$$

3-5 直列と並列

■(1) 起電力 $2E$ 、内部抵抗 $2r$

■(2) 起電力 E (変わらない)、内部抵抗 $\frac{r}{2}$

■(3) 短絡電流で比べると

$$\text{直列} \frac{2E}{2r} = \frac{E}{r}, \text{並列} \frac{E}{r/2} = \frac{2E}{r}$$

→ 並列のほうが大きな電流を流せる。

直列は電圧がほしいとき、並列は電流がほしいとき。

$$\text{答 (1)} 2E, 2r \quad (2) E, \frac{r}{2} \quad (3) \text{並列}$$

設定 4 電池が2個以上ある (キルヒホッフ)

4-1 何本立てるか

■(1) 枝が3本なので 3つ

■(2) 分かれ道は2つあるが、

同じことを言っているので独立なのは1本。

■(3) $3 - 1 = 2$ 本

閉じた道は2つ取れる（左のループと右のループ）。

未知数の数だけ独立な式をそろえるのが原則。

答 (1) 3つ (2) 1本 (3) 2本

4-2 ループを一周

■(1) 点 A に入る電流の和が0になるので

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

（実際にはどれかが負になる。）

■(2) E_1 の枝と R_3 の枝でつくるループを一周

$$E_1 = R_1 I_1 + R_3 I_3$$

（電位の上がり＝下がりの合計。一周して元の電位に戻る。）

符号は「決めた向きに流れると仮定して」機械的に書く。

答えが負なら、実際は逆向きに流れているというだけ。

答 (1) $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ (2) $E_1 = R_1 I_1 + R_3 I_3$

4-3 打ち消す場合

■(1) 打ち消し合って $E_1 - E_2$

■(2) $I = \frac{E_1 - E_2}{R}$

■(3) 充電されている。

E_2 の電池には、本来流れ出す向きと逆向きに電流が流れ込んでいる。

充電器の原理がこれ。

答 (1) $E_1 - E_2$ (2) $\frac{E_1 - E_2}{R}$ (3) 充電されている

4-4 1点ずつ計算

電流は $I = \frac{E}{R_1 + R_2}$ 。

■(1) E (電池は電位を E だけ上げる)

■(2) 抵抗を電流の向きに通ると電位が下がる

$$E - R_1 I = \frac{R_2 E}{R_1 + R_2}$$

■(3) $E - R_1 I - R_2 I = 0$

ちゃんと 0 に戻る。

迷ったら1点ずつ電位を書き込んでいくのが最も確実。

答 (1) E (2) $\frac{R_2 E}{R_1 + R_2}$ (3) 0

4-5 つり合いの条件

■(1) 等しい (電位差がなければ電流は流れない)。

■(2) 検流計に流れないので、 R_1 と R_2 は直列、 R_3 と R_4 も直列。

分圧が等しいことから

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

整理して $R_1 R_4 = R_2 R_3$

向かい合う抵抗の積が等しい。

この条件が成り立つときは検流計の枝を無視して解ける。

答 (1) 等しい (2) $R_1 R_4 = R_2 R_3$

設定 5 電力と発熱

5-1 共通なほうで書く

■(1) 電流が共通なので $P = RI^2$ で比べる

→ R_1 (大きいほう)

■(2) 電圧が共通なので $P = \frac{V^2}{R}$ で比べる

→ R_2 (小さいほう)

■(3) 共通なものが違うから。

式を選び間違えると逆の答えになる。まず何が共通かを見る。

答 (1) R_1 (2) R_2 (3) 直列は I 、並列は V が共通だから

5-2 $Q = Pt$

■(1) $P = \frac{V^2}{R}$

■(2) $Q = \frac{V^2 t}{R}$

■(3) V^2 に比例するので 4倍答 (1) $\frac{V^2}{R}$ (2) $\frac{V^2 t}{R}$ (3) 4倍**5-3** 熱量とつなぐ

■(1) $Q = \frac{V^2 t}{R}$

■(2) $Q = mc\Delta T$ より $\Delta T = \frac{V^2 t}{mcR}$

■(3) t に比例するので 2倍

電気の話が熱の話につながる。ここは公式を素直に等号でつなぐ。

答 (1) $\frac{V^2 t}{R}$ (2) $\frac{V^2 t}{mcR}$ (3) 2倍**5-4** 抵抗を先に出す

■(1) $P_0 = \frac{V_0^2}{R} \rightarrow R = \frac{V_0^2}{P_0}$

■(2) 抵抗は変わらないので

$$P = \frac{(V_0/2)^2}{R} = \frac{P_0}{4}$$

電圧が半分なら電力は $\frac{1}{4}$ 。

「500 W の器具」という言い方は定格電圧をかけたときの話。

答 (1) $\frac{V_0^2}{P_0}$ (2) $\frac{P_0}{4}$ **5-5** 高電圧が有利

■(1) $I = \frac{P}{V}$

■(2) $P_{\text{損}} = rI^2 = \frac{rP^2}{V^2}$

■(3) $\frac{1}{V^2}$ に比例するので $\frac{1}{4}$ 倍

高い電圧で送るほど損失が減る。

送電線が数十万ボルトなのはこのため。

答 (1) $\frac{P}{V}$ (2) $\frac{rP^2}{V^2}$ (3) 1/4 倍

設定 6 オームの法則が使えない素子（グラフ）

6-1 R が動く

■(1) 電流が増えるとフィラメントの温度が上がり、

金属の抵抗率が大きくなるから。

R が一定でないので $V = RI$ の直線にならない。

■(2) 大きくなる。

グラフでは、原点と結んだ直線の傾き $\frac{I}{V}$ が寝ていく。

答 (1) 温度が上がって抵抗率が増すから (2) 大きくなる

6-2 直線を描き込む

■(1) $E = RI + V \rightarrow V = E - RI$

■(2) 右下がりの直線。

$I = 0$ で $V = E$ 、 $V = 0$ で $I = \frac{E}{R}$ の2点を結ぶ。

■(3) この直線と電球の特性曲線との交点。

回路の条件と素子の条件を同時に満たす点はそこだけ。

非直線抵抗はこの一手で解く。

答 (1) $V = E - RI$ (2) 右下がりの直線 (3) 特性曲線との交点

6-3 V/I で読む

■(1) $R = \frac{V_1}{I_1}$

■(2) $P = V_1 I_1$

■(3) いけない。

傾き $\frac{\Delta I}{\Delta V}$ は「そこから少し変えたときの応答」であって、

抵抗そのものではない。

抵抗は原点とその点を結んだ線の傾きの逆数。

答 (1) $\frac{V_1}{I_1}$ (2) $V_1 I_1$ (3) いけない（原点と結んで読む）

6-4 合成の仕方

■(1) 同じものなので $\frac{E}{2}$

■(2) 特性曲線で $V = \frac{E}{2}$ のときの I をグラフから読む。

■(3) 暗い。

電圧が半分になり、しかも電流も減るので、 $P = VI$ は $\frac{1}{4}$ より小さくなる。

(電球は電圧が下がると抵抗も下がるので、単純な $\frac{1}{4}$ にはならない。)

答 (1) $\frac{E}{2}$ (2) グラフから読む (3) 暗い

6-5 手順を言う

■(1) 合成抵抗で1個にまとめ、電流→枝分かれの順に下りる。

■(2) キルヒホッフ。電流を文字で置いて、未知数の数だけ式を立てる。

■(3) グラフの交点。回路の直線を描き込んで読む。

この3つで直流回路はすべて片づく。

迷ったら「電位を1点ずつ追う」に戻れば必ず解ける。

答 (1) 合成抵抗 (2) キルヒホッフ (3) グラフの交点