

電子回路：第1回 直流回路解析

基礎工学部情報科学科

栗野 皓光

awano@ist.osaka-u.ac.jp

科目の概要

- 科目名：電子回路
- 成績認定
 - 期末試験：60% （電卓のみ持ち込み可）
 - 講義中に出す課題：40%
 - 1課題5点満点
 - 講義の後半で課題を解いてもらう時間を設ける予定
 - 当日中に提出して貰った場合は2割のボーナス点を加算
 - 勿論，次週以降に出して頂いても受け取ります
- 担当者
 - 情報科学研究科 情報システム工学専攻 集積システム設計学講座 栗野 皓光
 - 居室：A409（吹田情報科学総合A棟）
 - awano@ist.osaka-u.ac.jp
 - オフィスアワー：木曜10:20-11:20（事前にメールして貰うと確実です）

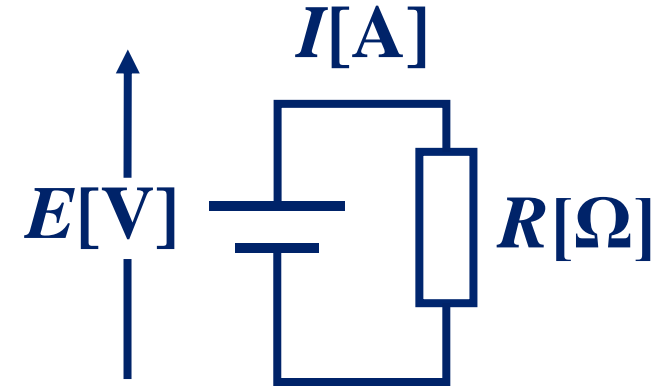
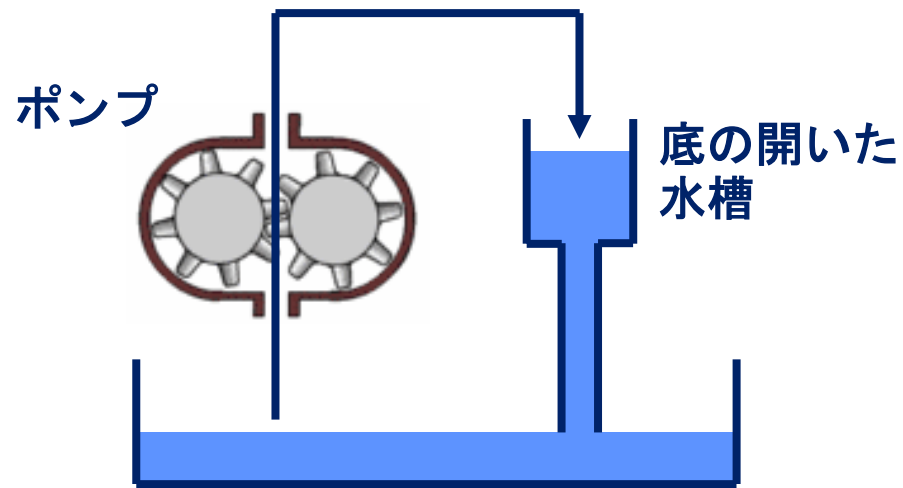
- 教科書は指定しません。何も無くても分かるように資料を作るつもりですが、どうしても講義だけでは演習が不足してしまうので、演習が必要な人は以下の2冊を見てみてください。
 - 例題と演習で学ぶ 電気回路(第2版)
ISBN-10: 4627735820
 - 例題と演習で学ぶ 続・電気回路(第2版)
ISBN-10: 4627735928
- 教科書が必要と言う方は以下のものがおすすめです
 - 新インターユニバーシティ 電気回路 I / II
ISBN978-4-274-20931-4 / ISBN978-4-274-20903-1
- 更に懇切丁寧に解説してくれている教科書としては以下の物もありますが、個人的には解説が冗長に思いました。辞書的に使うのが良いと思います。
 - カラー徹底図解 基本からわかる電気回路
ISBN-10: 4816359281
- 後半の集積回路は以下の教科書がありますが、少し難しめかも知れません。
 - CMOS VLSI回路設計 基礎編
ISBN978-4-621-08721-3

- 直流回路理論
 - 直流の基礎
 - 直流回路解析
- 交流回路理論
 - 交流の基礎
 - 交流回路解析
 - 歪み波交流
- 過渡解析
 - RL or RC回路の過渡解析
 - RLC回路の過渡解析・交流回路の過渡解析
- 演算増幅器を用いたアナログ電子回路
 - 理想オペアンプ・仮想接地・反転/非反転増幅器
 - 実際のオペアンプ・アクティブフィルタ・発振回路
 - 半導体素子（ダイオード・トランジスタ）
- デジタル回路
 - CMOS論理ゲート・動作原理
 - 回路遅延
 - SPICEによる回路シミュレーション
- 再構成可能ハードウェア
 - FPGA / スイッチトキャパシタ
- フィードバック

状況によってはこの辺りの内容を圧縮し、残り時間を復習と演習にあてることを検討しています。

電圧と電流

- 電流と水流のアナロジー



抵抗：
電流の流れを
阻害する部品

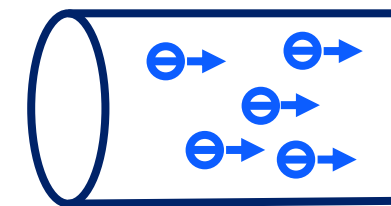
矢印の向き：
矢の先端の電位 — 矢の根の電位

- 用語の定義

- 電位：ある基準点から測った絶対的な高さ
- 電圧：ある2点間の電位差
- 電流：導体断面を1秒間に通過する電気量

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{ne}{t}$$

Q ：電気量（単位：c）
 t ：時間（単位：秒）
 n ：電子数， e ：電気素量（単位：c）



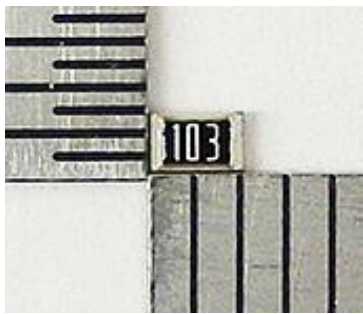
← 電流は向き（電子の流れと逆向き）

オームの法則

ドイツの物理学者Georg Simon Ohmが発見した
「導電現象で抵抗に流れる電流と、これにより発生する電位差に関する法則」



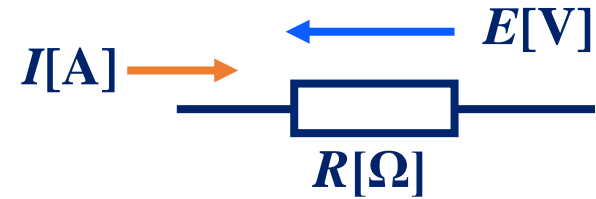
[https://ja.wikipedia.org/wiki/
/ゲオルク・オーム](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AC%E3%83%B3%E3%83%BB%E3%83%A9%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%83%80%E3%83%AA)



<http://akizukidenshi.com/img/goods/1/R-11797.JPG>



<http://akizukidenshi.com/img/goods/C/R-25103.jpg>



抵抗 R に電圧 E を与えたときに流れる電流 I との間には次の関係が成り立つ： $E = RI$

(電流・電圧は向きを持っているので注意すること)

抵抗率と抵抗

一様な物質で作られた導体の抵抗 R は、長さ l [m]に比例し断面積 S [m²]に反比例する。つまり抵抗 R は

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

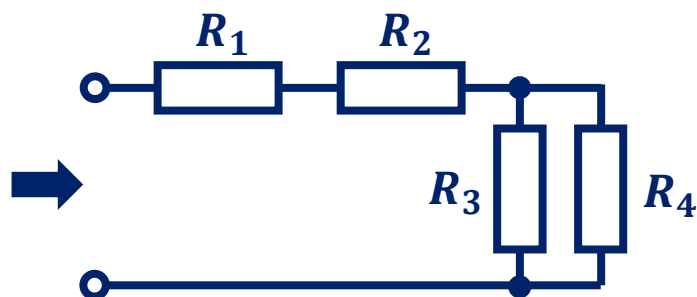
で表される. ρ は比例定数 (抵抗率) で単位は $\Omega \cdot \text{m}$.



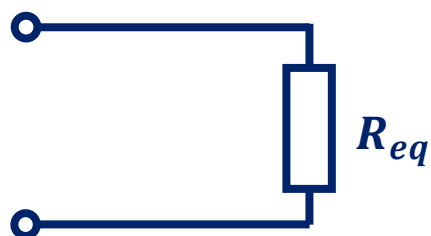
細くて長い導体 : R 大 短くて太い導体 : R 小

合成抵抗

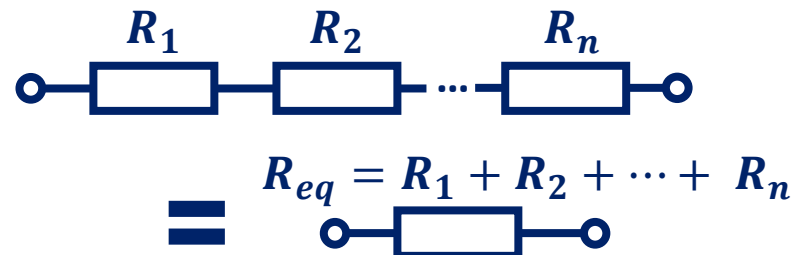
直列や並列に接続された複数の抵抗が、全体として別の抵抗として働く場合、この抵抗を合成抵抗と呼ぶ



||

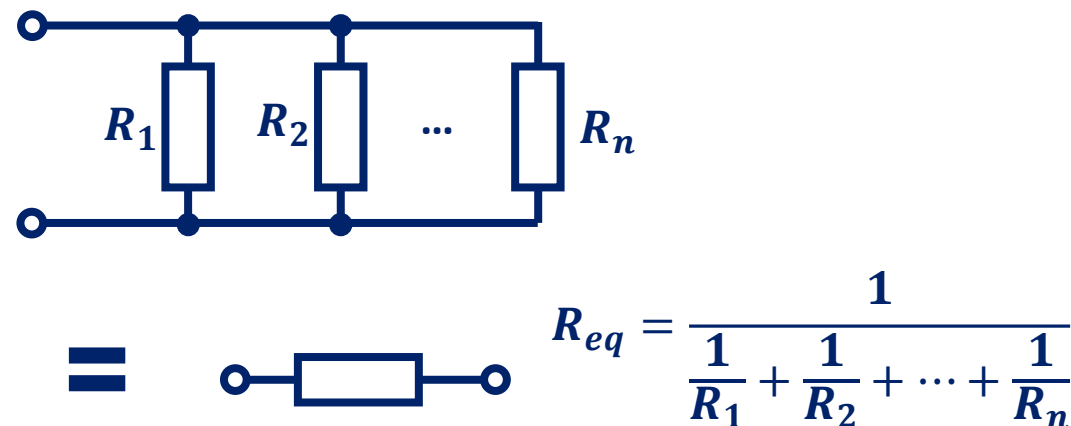


直列接続



直列抵抗の合成抵抗は各抵抗の和

並列接続

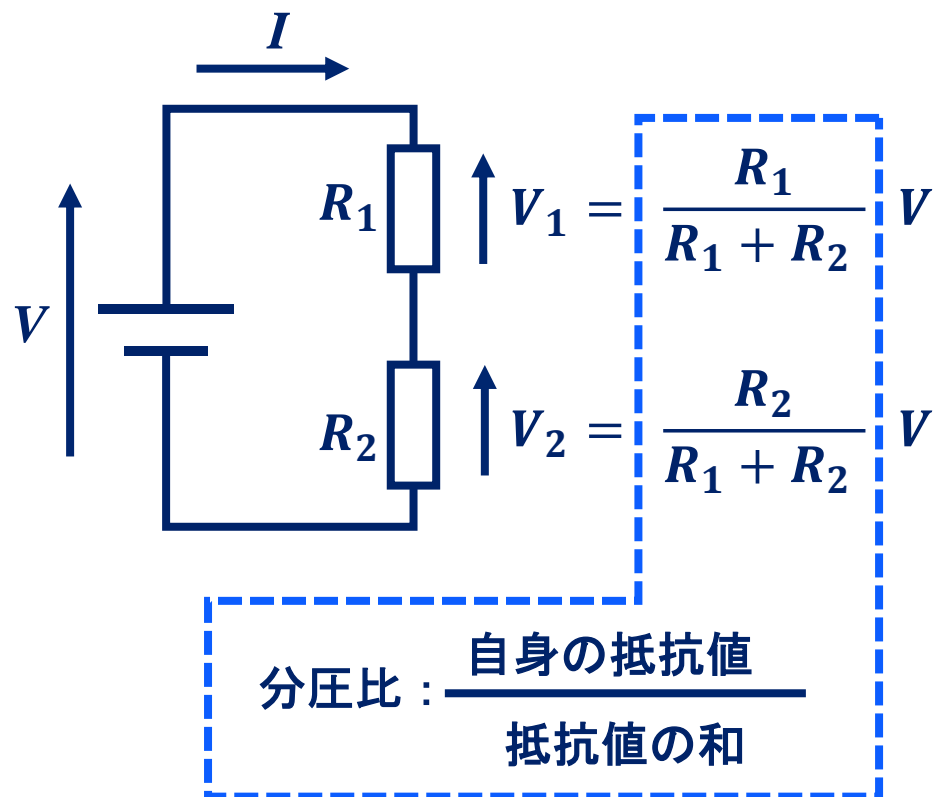


並列抵抗の合成抵抗の逆数は各抵抗の逆数の和

分圧と分流

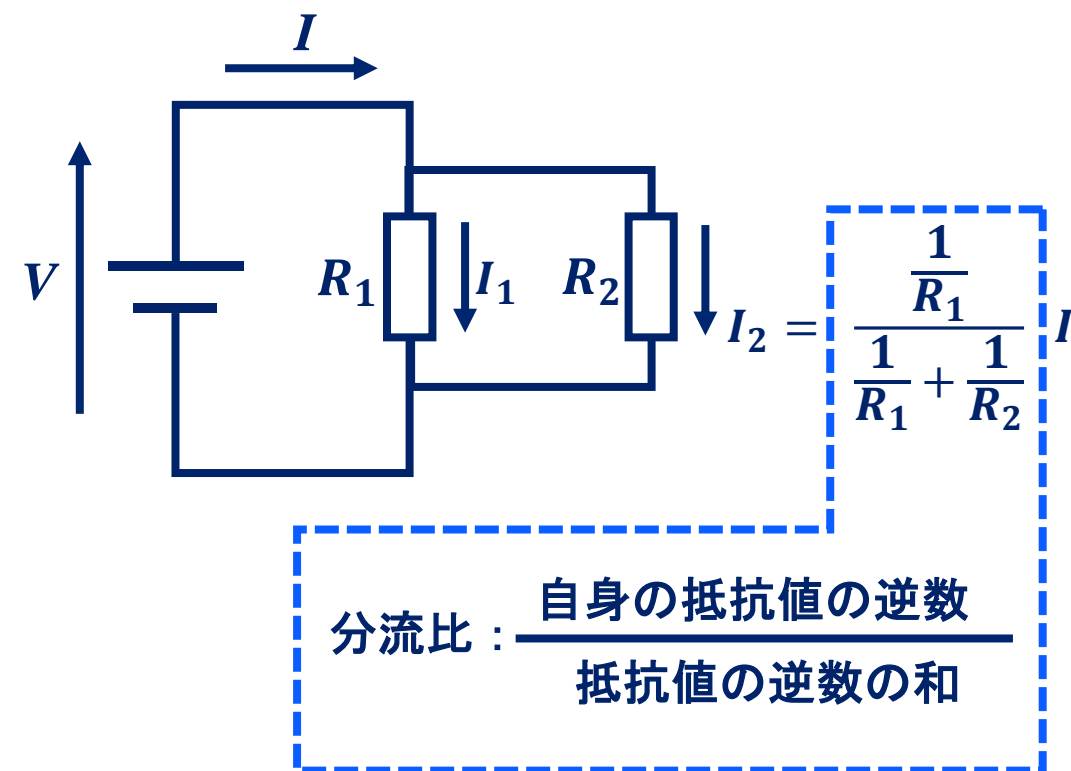
分圧：

元の電圧を直列抵抗に導いて部分電圧の和に分けて、その一部を取り出すこと



分流：

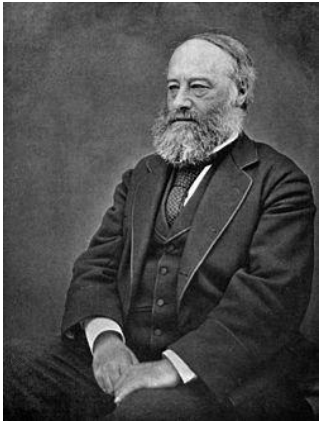
元の電流を並列抵抗に導いて部分電流の和に分けて、その一部を取り出すこと



ジュールの法則・電力

イギリスの物理学者James Prescott Jouleは、電流によって発生する熱量 Q は電流 I と抵抗 R 及び電流を流した時間 t を使って以下のように表されることを発見した。

$$Q = RI^2t \quad \text{単位はJ (ジュール)}$$



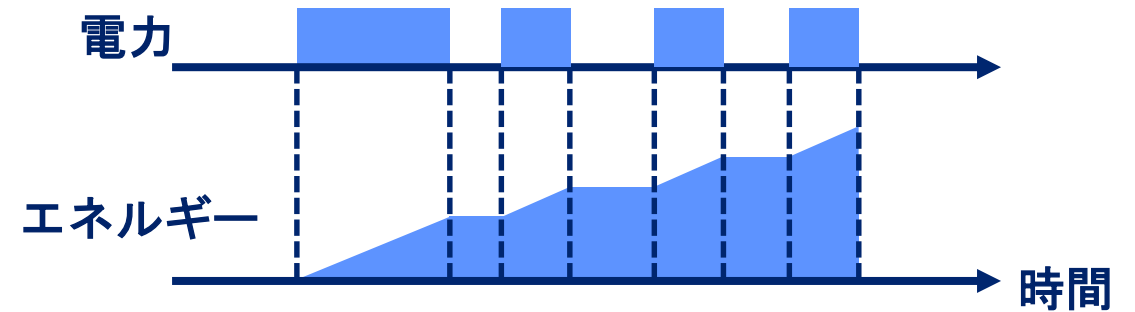
<https://ja.wikipedia.org/wiki/ジェームズ・プレスコット・ジュール>



積算電力計：電力を積算，消費エネルギーに対して課金している

電力：単位時間当たりの熱エネルギー

$$W = Q/t = RI^2 = EI$$



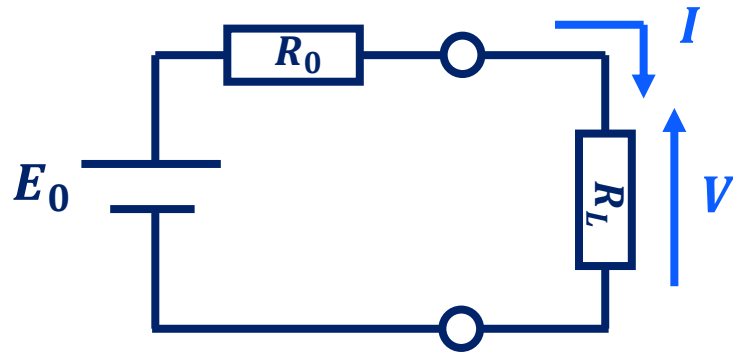
電力とエネルギーの関係

身の回りのワット

- 1英馬力は745.699 871 582 270 22W
- 1仏馬力= 735.5W
- CPU等のTDP (Thermal Design Power)
 - 正確な電力では無いが...

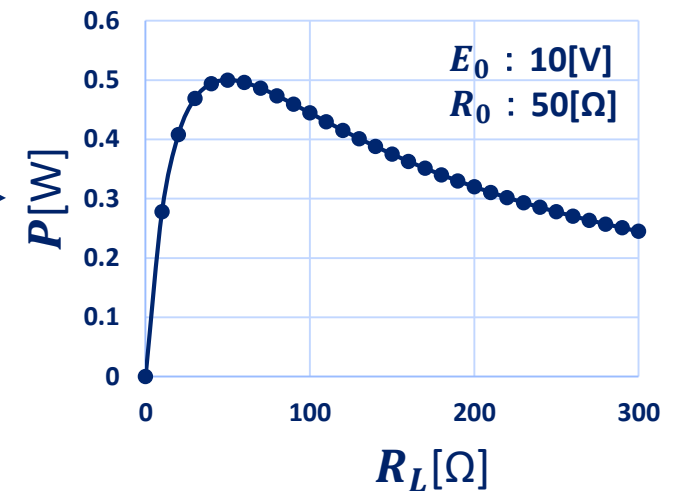
電源の内部抵抗とインピーダンス整合

- 内部抵抗を持つ電源から取り出せる電力は付加抵抗によって変化
- 最大電力が取り出せる場合をインピーダンス整合が取れた状態と呼ぶ



$$\text{電力は } P = R_L \left(\frac{E_0}{R_0 + R_L} \right)^2$$

適当な数字でグラフ化
するとこんな感じ



最大電力を与える R_L は

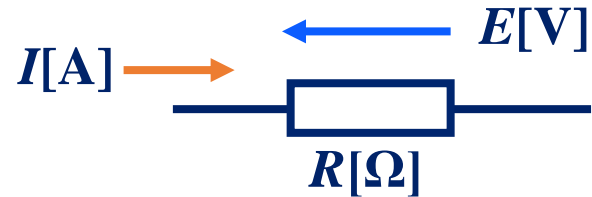
$$\frac{dP}{dR_L} = E_0^2 \left((R_0 + R_L)^{-2} - 2R_L(R_0 + R_L)^{-3} \right) = \frac{R_0 - R_L}{(R_0 + R_L)^3} E_0^2 = 0$$

を解いて $R_L = R_0$ の時に P は最大となる

まとめ

- オームの法則 : $E = RI$

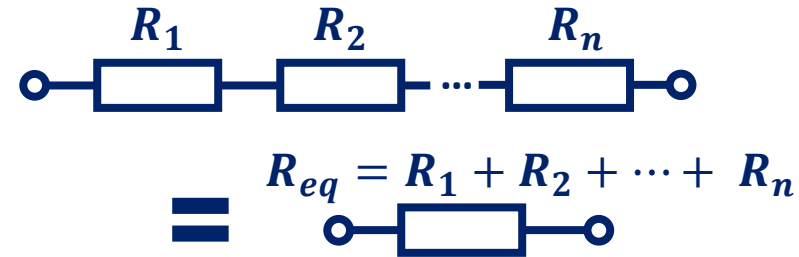
(電流・電圧の向きに注意)



- ジュールの法則 : 抵抗 R に電流 I を時間 t 流した時に発生する熱量 Q : $Q = RI^2t$

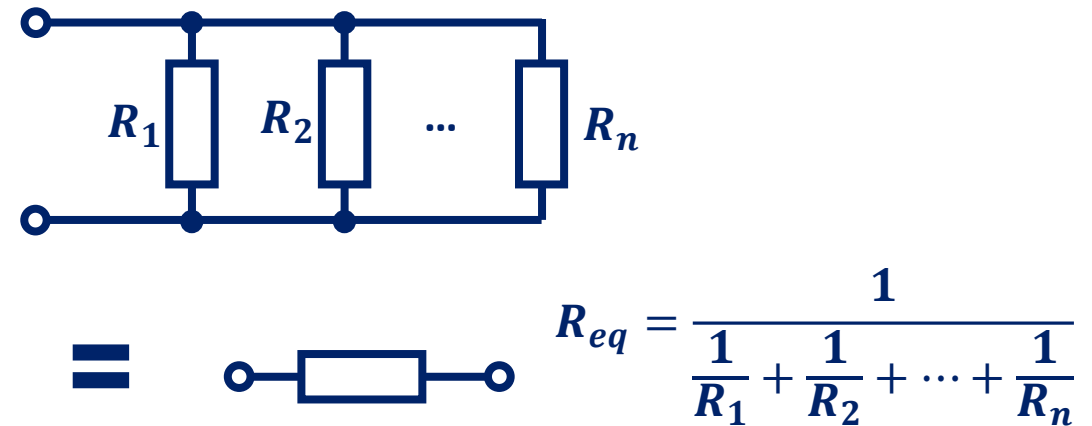
- 電力は単位時間当たりの熱エネルギー :
 $W = EI$

直列接続



直列抵抗の合成抵抗は各抵抗の和

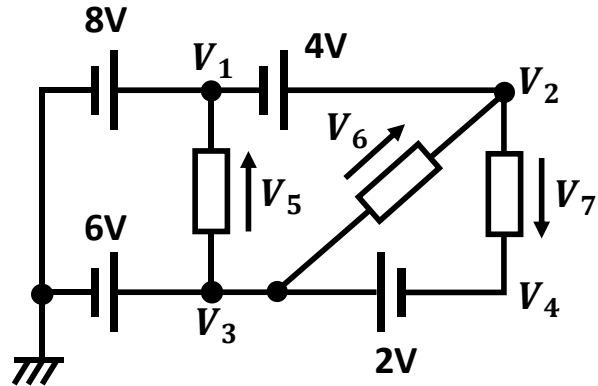
並列接続



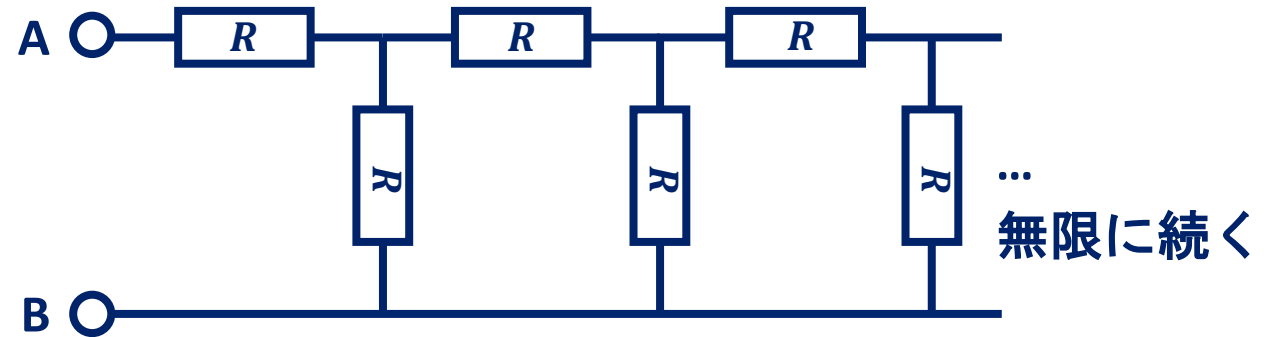
並列抵抗の合成抵抗の逆数は各抵抗の逆数の和

課題#1

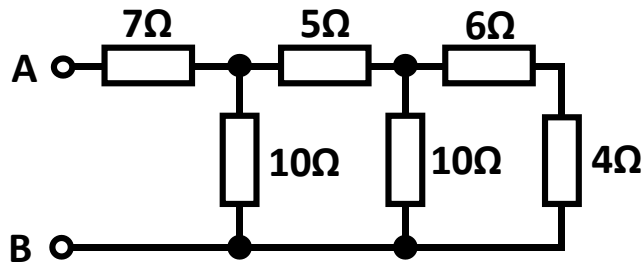
問1：図の回路で電位 $V_1 \sim V_4$ ，
電圧 $V_5 \sim V_7$ を求めよ。



【問3】図の回路の端子A-B間の合成抵抗を求めよ。



問2：図の回路で端子A，Bから見た
合成抵抗を求めよ。



- CLEで提出すること
 - latex, powerpoint, word等はpdfに変換すること
 - 手書きの場合は写真を撮るなどして画像データで提出すること
- 計算過程が書いていないものは採点しない
- 一方で、解き方があっていれば計算ミスなどは減点しない