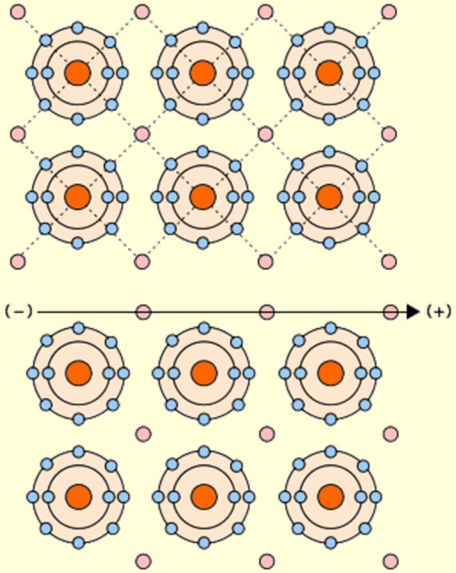
第11章
オームの法則から理解する電気回路

電流

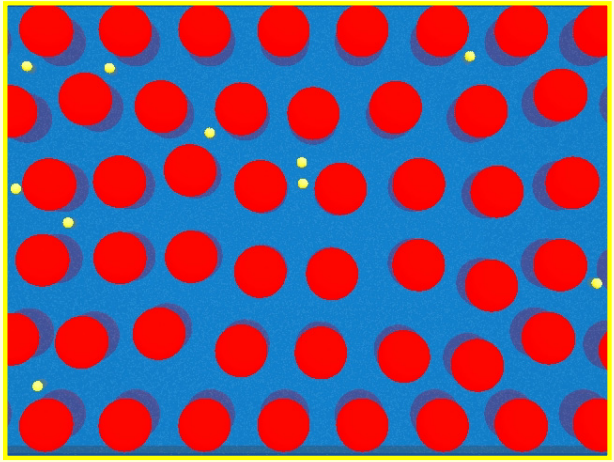
電気を通す物質と自由電子



金属の原子は金属結合という特別な結合をしていて、間に自由電子を持っている。

金属に電場（電界）を与えると、−の電気を持つ自由電子は+の方へ引かれて動く。

このように自由電子が動きやすい物質を導体、動きにくい物質を不導体（絶縁体）、中間的な性質の物質を半導体という。



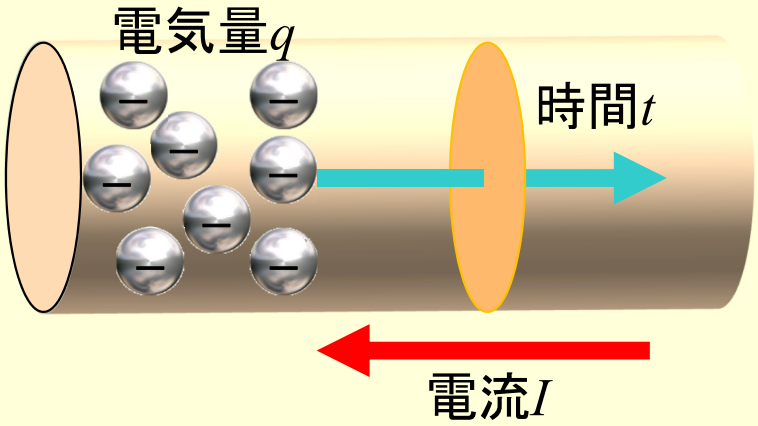
実際の自由電子の動き

自由電子の動きと電流の関係

電気の流れが発見されたときは、その正体がわからなかったので、+の電気が+極から−極に流れていると考えられていました。ところが、本当は−の電気をもつ自由電子の流れだというのが後ほど発見されました。そこで、改めて自由電子の流れとは逆向きの流れを電流I[A]とし、ある場所を時間t[s]に流れる電気量q[C]から、

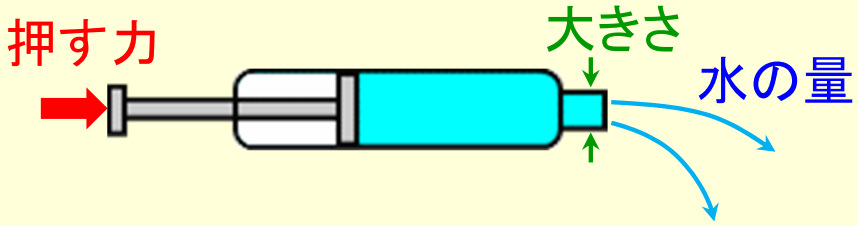
$$\text{電流}\ I[A] = \frac{\text{電気量}\ q[\mathrm{C}]}{\text{時間}\ t[\mathrm{s}]}$$

としました。

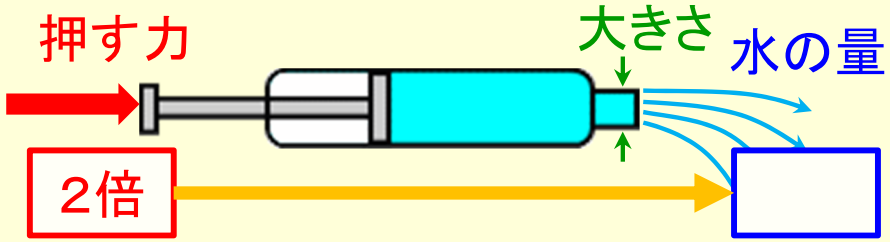


水の流れと電流

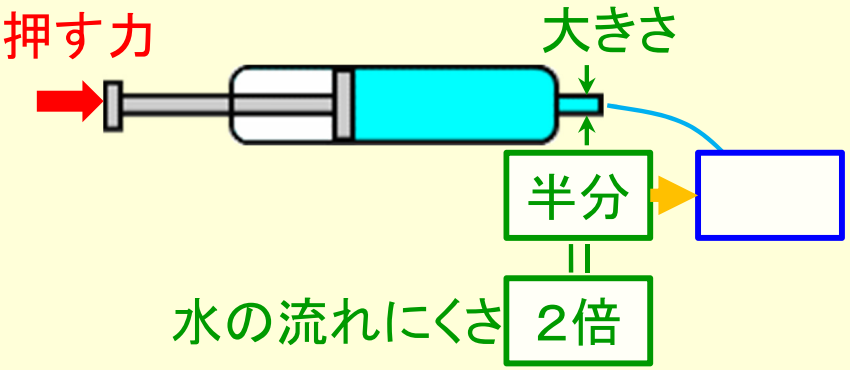
水鉄砲は後ろのピストンを押すと、先の出口から水が出る。この押す力、出口の大きさ、水の量の関係を考えると、



・押す力を大きくすると、



・出口を細くすると、



押す力を大きく

流れにくさを小さく

水の量が多くなる

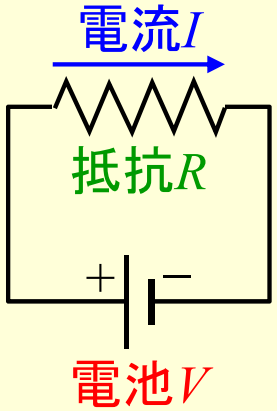
これを式で表すと、

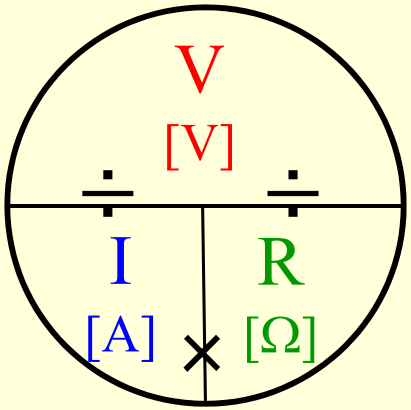
電圧 ÷ 抵抗 ＝ 電流

となるので、

電圧V[V] ＝ 電流I[A] × 抵抗R[Ω]

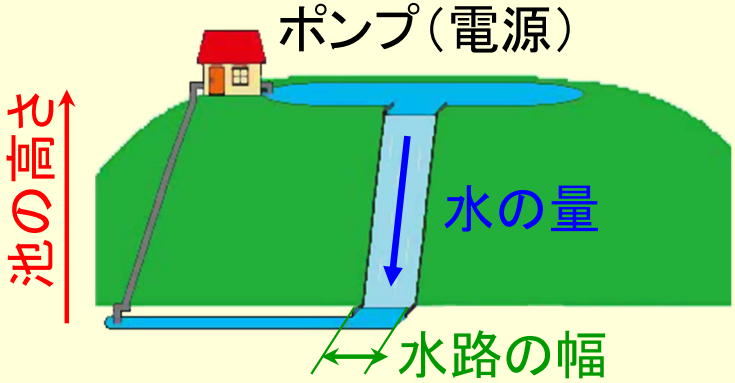
となる。これを**オームの法則**という。



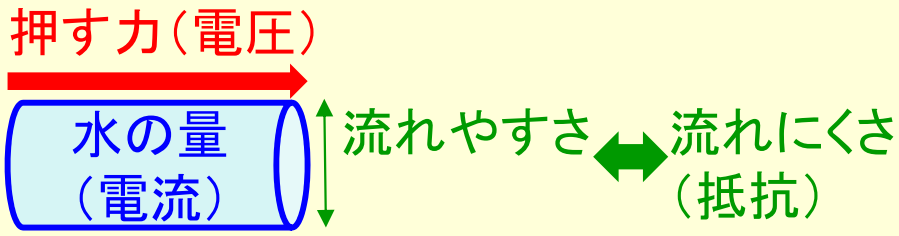


水の流れと電圧・電流・抵抗

電気回路の中の電圧（押す力）、電流（水の量）、抵抗（通りにくさ）の関係は、下の図のような、池の高さ、水の流れ、水路の幅（ただし、抵抗とは逆）に置き換えて考えることが多い。このように考えると、水を持ち上げるポンプが電源をさすことになる。



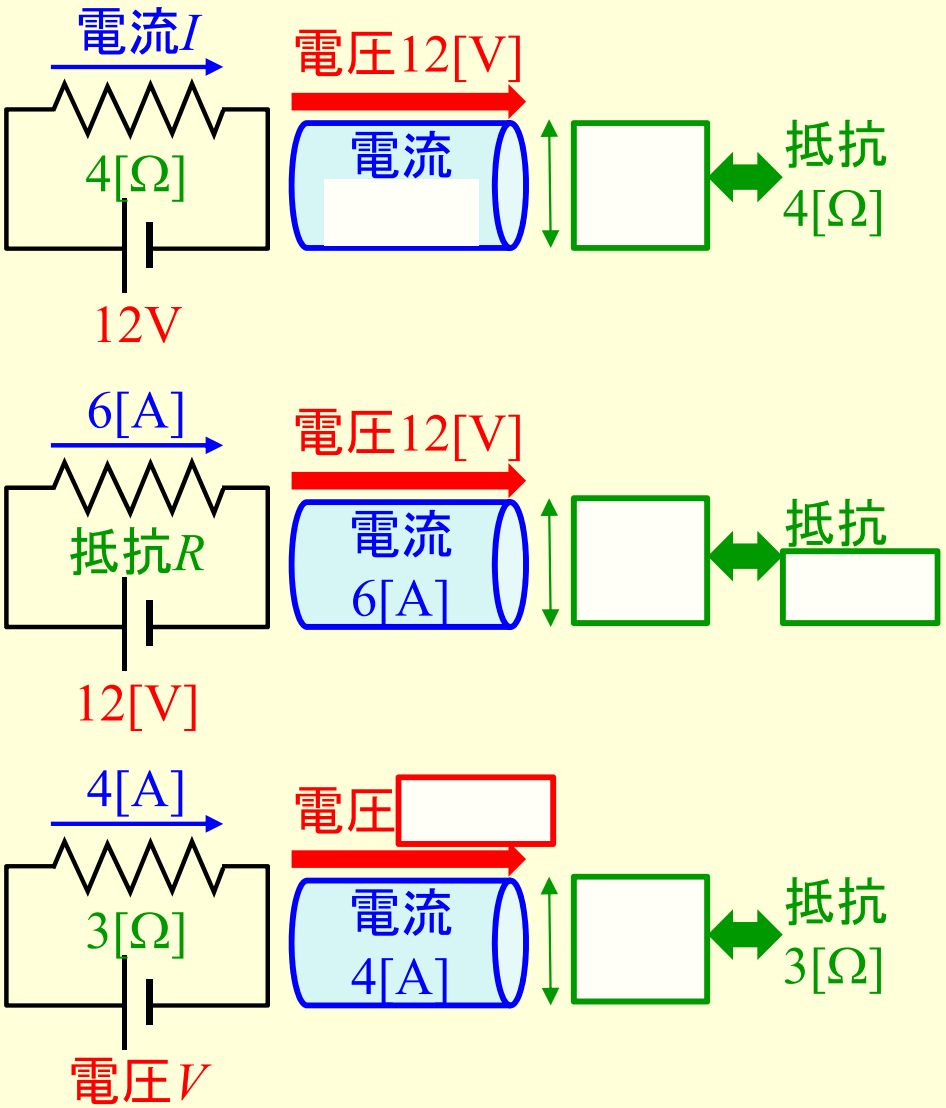
これを模式的に表すと、



押す力（電圧）×流れやすさ=水の量（電流）

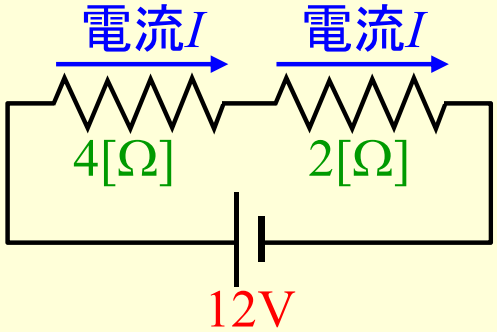
押す力（電圧）=水の量（電流）×流れにくさ（抵抗）

実際の回路で考えると、



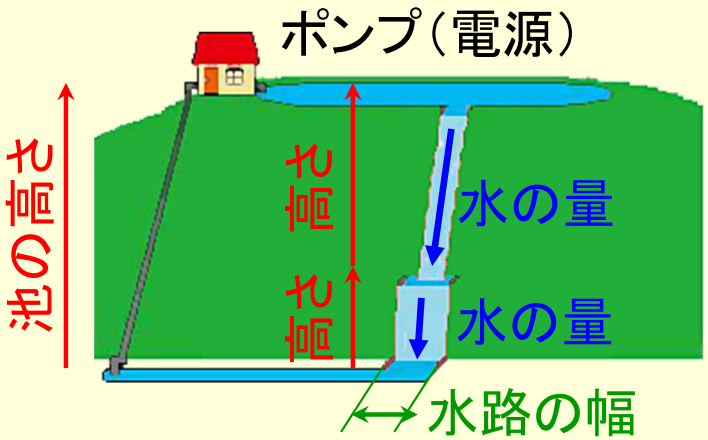
複数の抵抗のある回路（直列回路）

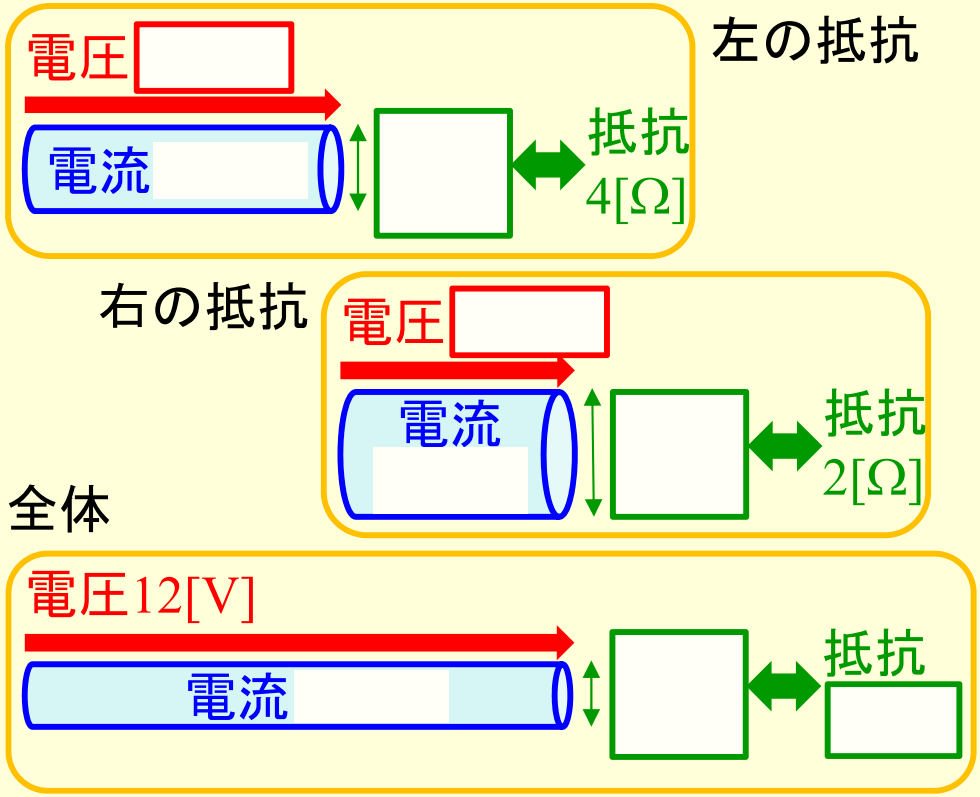
2つの抵抗が図のようにつながっている回路を考えてみる。

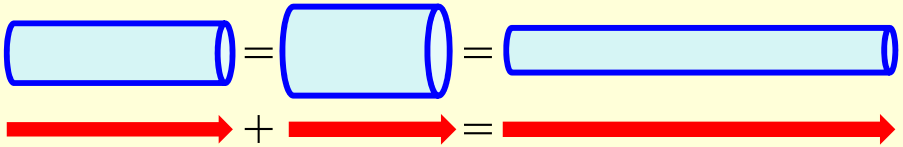


このように1本の電流の流れで出来ている回路を**直列回路**といいます。

池の絵に例えると、太さの変わる水路となる。もし上と下の水路で水の量が変化すると、水があふれたり足りなくなったりしてしまう。つまり、上の水路と下の水路の水の量（電流）は必ず同じになる。また、高さ（電圧）はそれぞれの合計になる。



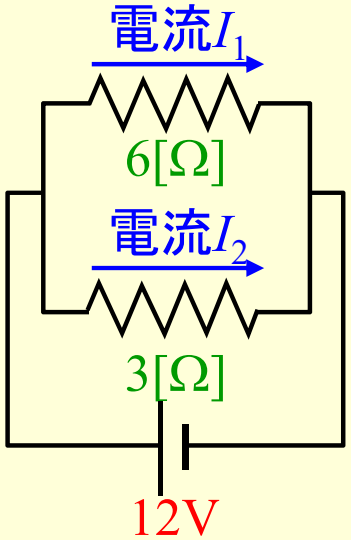




上の例のように、直列回路の全体抵抗は**各抵抗の和**になる。

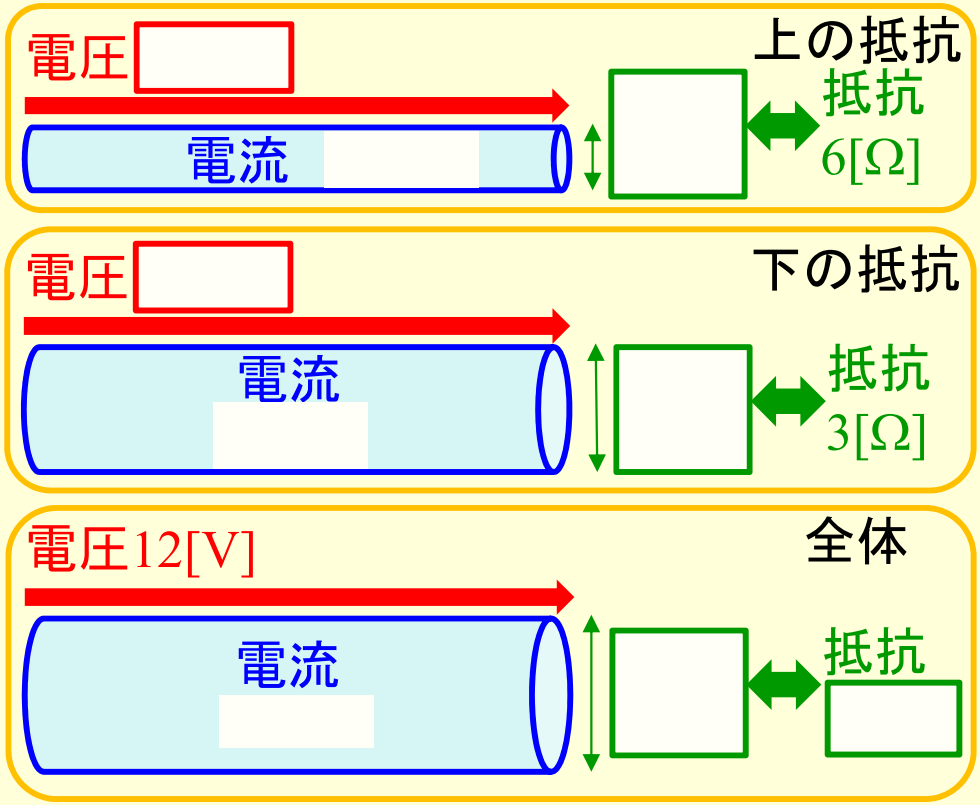
複数の抵抗のある回路（並列回路）

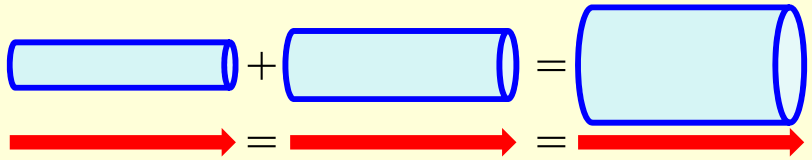
2つの抵抗が図のようにつながっている回路を考えてみる。

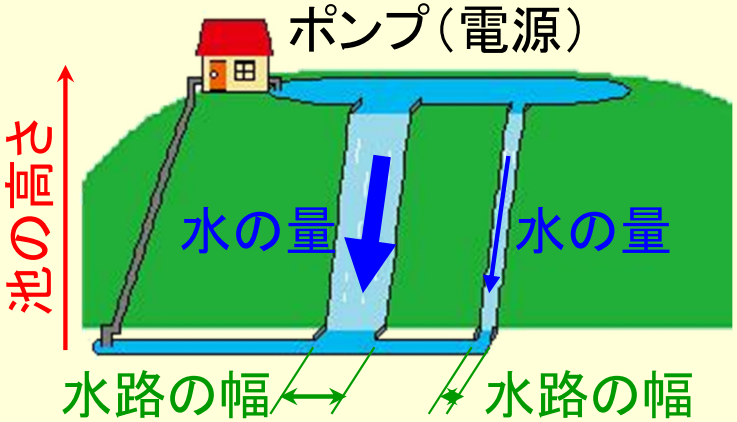


このように複数の電流の流れで出来ている回路を**並列回路**といいます。

池の絵に例えると、太さの異なる水路が並んでいます。どちらも同じ池から水が流れるので、池の**高さ**（**電圧**）は**同じになる**。また、全体の**水の量**（**電流**）は**それぞれの水路を流れる水の量の合計になる**。



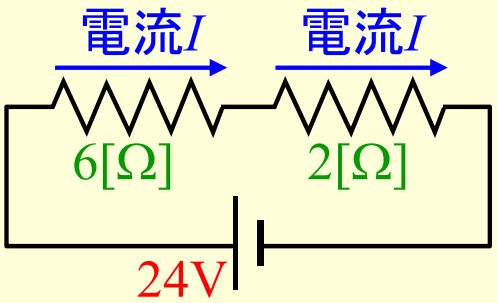




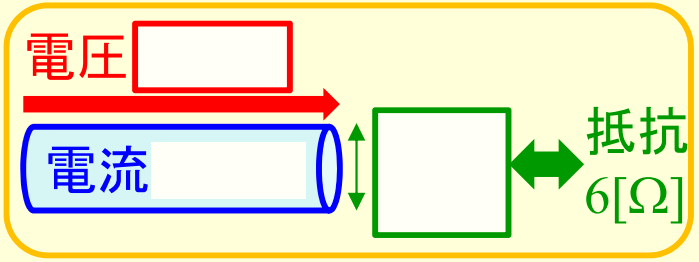
上の例のように、並列回路の全体の流れやすさは、各抵抗の流れやすさの和になる。全体抵抗は全体の流れやすさの逆で求めれば良い。

練習問題(1)

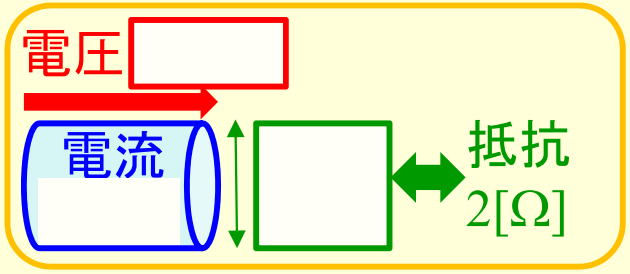
図の回路について、それぞれの抵抗での電流、電圧、および全体の電流と抵抗を求めなさい。



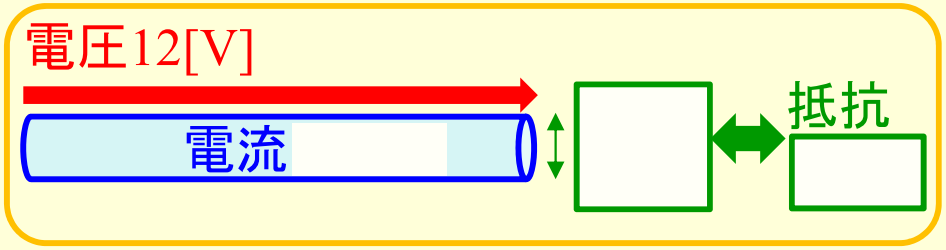
左の抵抗



右の抵抗

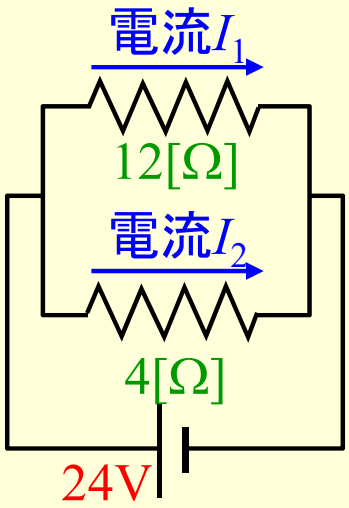


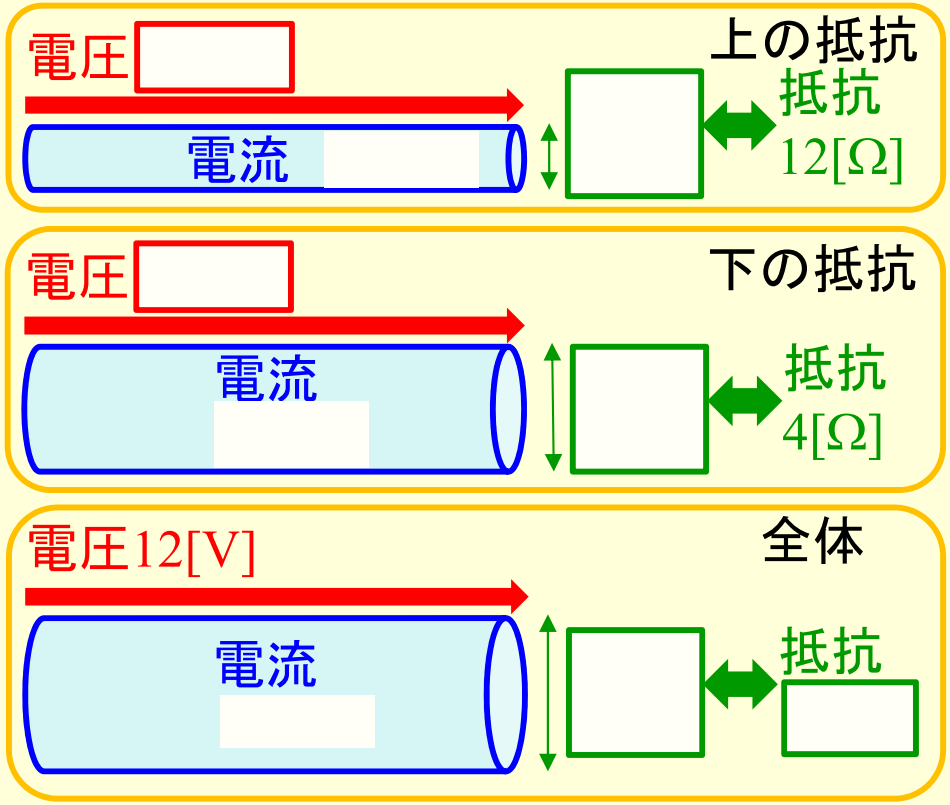
全体



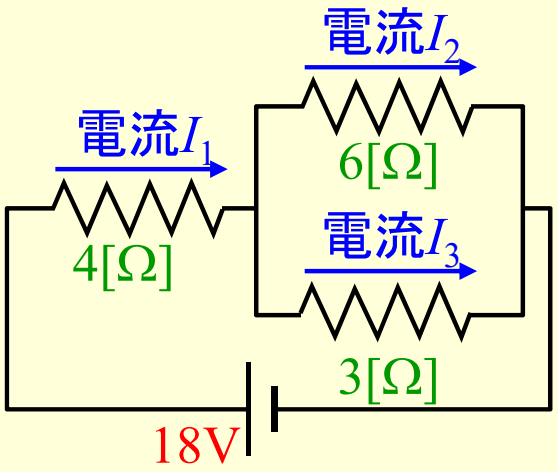
練習問題(2)

図の回路について、それぞれの抵抗での電流、電圧、および全体の電流と抵抗を求めなさい。



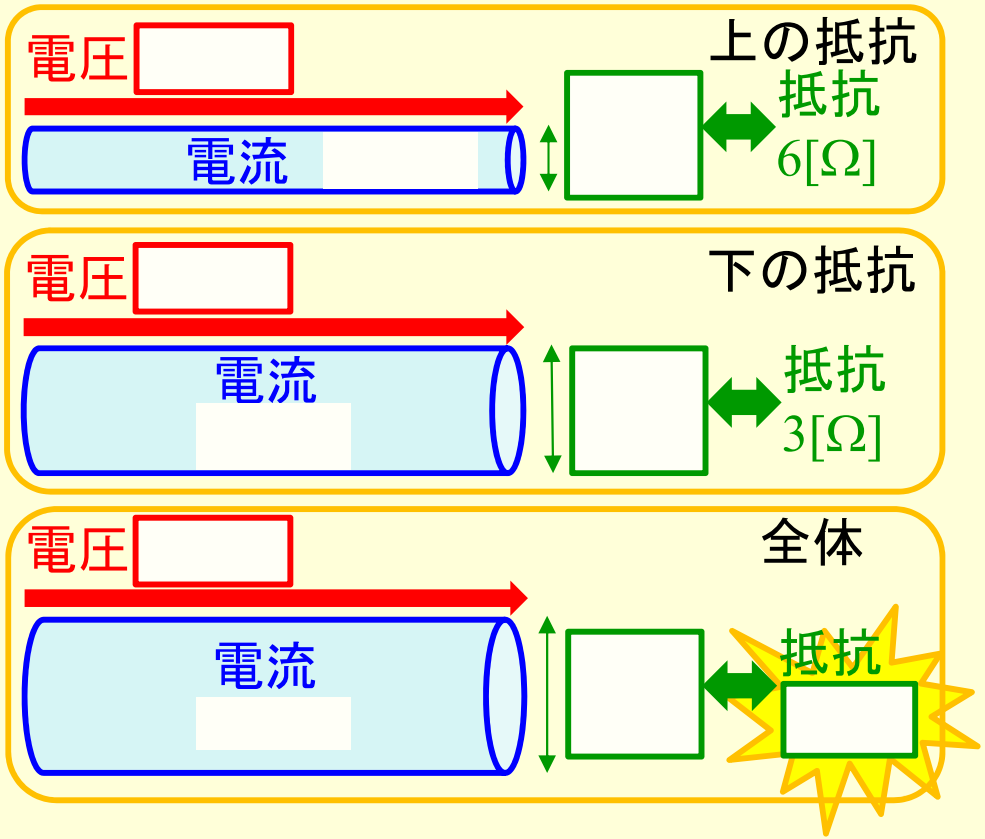


応用問題

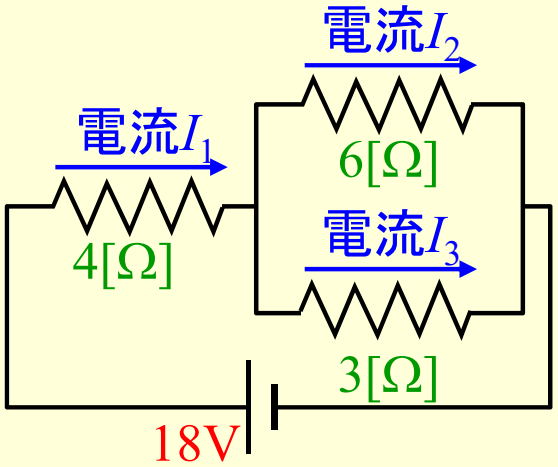


図の回路について、それぞれの抵抗での電流、電圧、および全体の電流と抵抗を求めなさい。

直列回路の中に並列回路が入っていると考えられるので、まずは並列回路から考える。このとき、（仮の）電圧を2つの抵抗を掛けた値にすると計算しやすい。

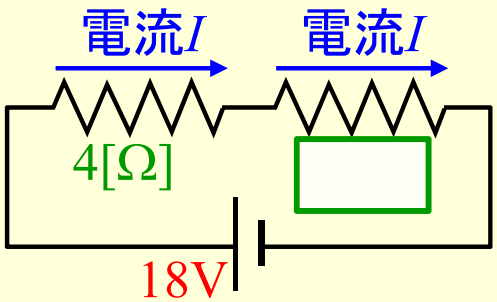


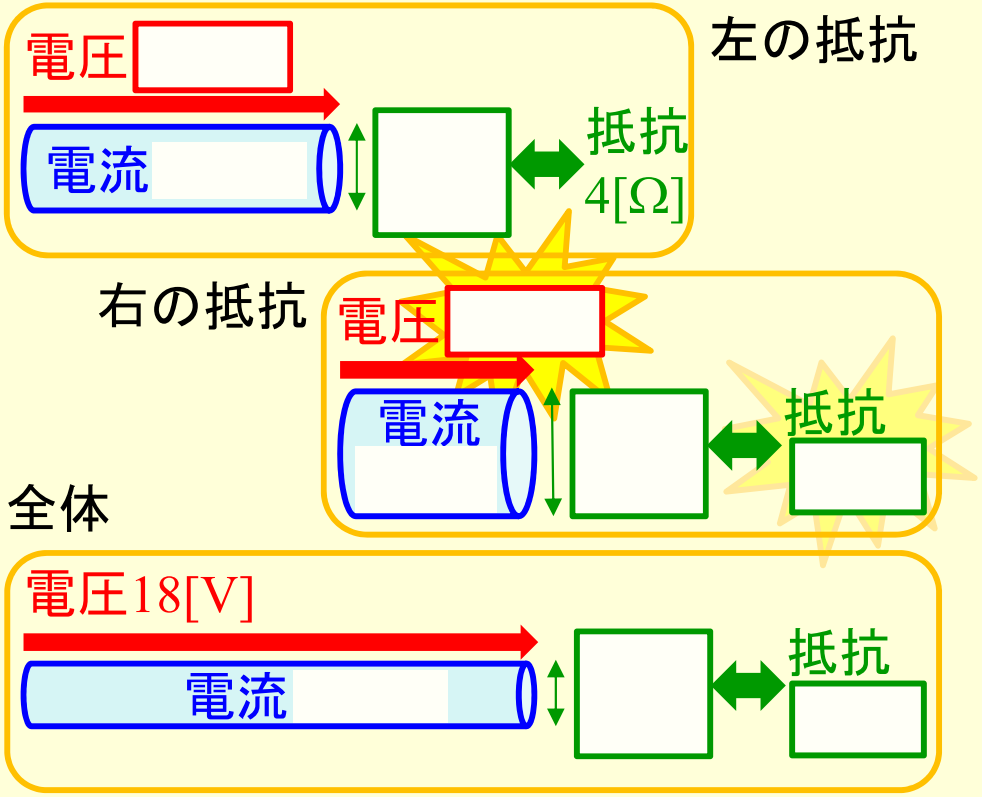
応用問題



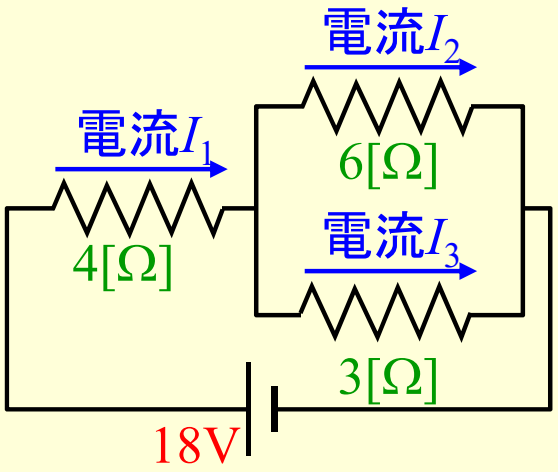
図の回路について、それぞれの抵抗での電流、電圧、および全体の電流と抵抗を求めなさい。

すると左の回路は下のようになるので、



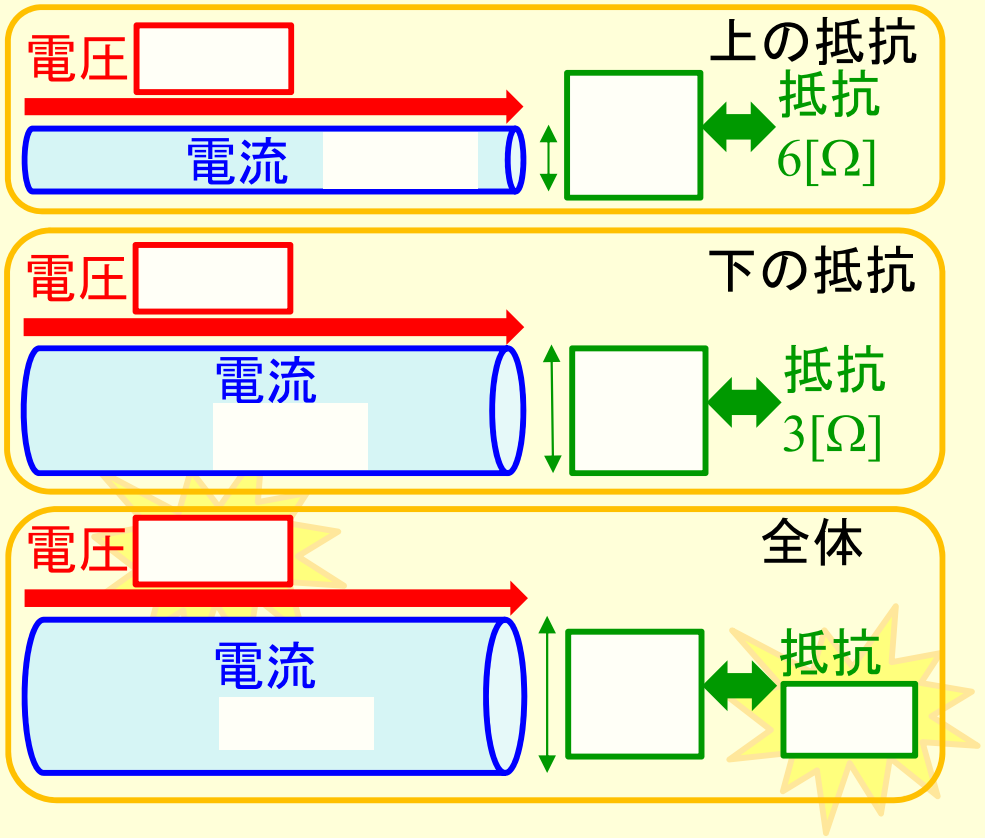


応用問題



図の回路について、それぞれの抵抗での電流、電圧、および全体の電流と抵抗を求めなさい。

もう一度、最初の並列回路に戻って、正しい電圧で計算し直す。このとき、全体の抵抗は最初の計算と同じ値になる。



電力

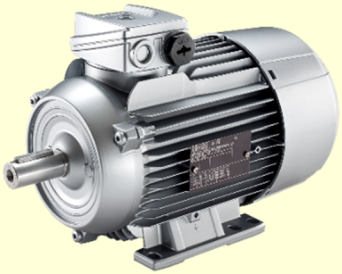
電流[A]：1[s]あたりの電力量⇒[C/s]

電圧[V]：1[C]あたりの仕事⇒[J/C]

これらを掛け合わせると、電気が1[s]あたりどれくらいの仕事が出来るかを表すことが出来る。これを**電力**といい、単位には[W（ワット）]（=[J/s]）を用いる。

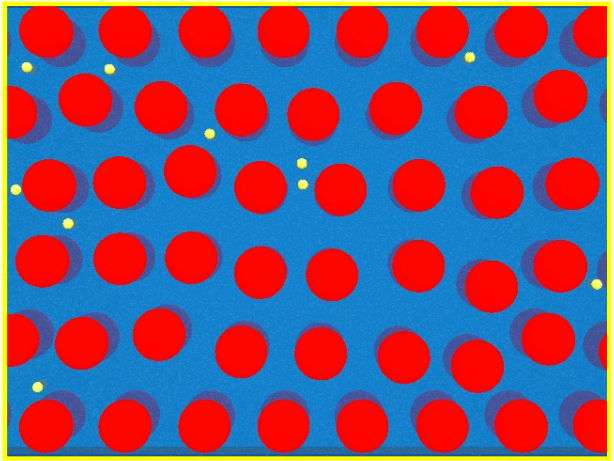
$$\boxed{\text{電力}W[\mathrm{W}] = \text{電流}I[\mathrm{A}] \times \text{電圧}V[\mathrm{V}]}$$

電力[W]に時間[s]を掛ければ、電気がどれ位の仕事をしたのかが分かる。これを**電力量**といい、電気料金はこれをもとに、1[h（時間）]あたりの仕事から電気料金を決めている。



電気がした仕事はどこへ？

電圧によって電荷が動くことで仕事をする。モーターのように動くものがある場合はわかりやすいが、動かない電気製品の場合はどうなるだろう？



自由電子が移動して原子核に当たることで、原子核も振動する。原子核の振動が大きくなるということは、その振動の分だけ温度が上がったり（熱エネルギー）、光を出したり（光エネルギー）する。この熱のことを**ジュール熱**という。