

Physics Laboratory Report

Title 直列回路, 並列回路

Author Class 12 I Name Susumu Aoki

Toshihiro Hotta

Co-workers

Date of Experiment

3/03/10

Date of Report

16/03/10

3/8-2010

Summary

直列回路, 並列回路を作り電流, 電圧を計った。
それを元に抵抗を計算した。
キルヒホッフの法則が合っているのを周知した。

Teacher's
Comment

他の人達と比べ教して 計算値と実験値の差が小さくよい結果と見えて
これは 電圧の低い電池を使ったこと、抵抗が大きいことと関係が
あってもいい。よい報告である。

- * レポートは、日本語あるいは英語で記載すること。
- * この用紙をレポートの表紙として使うこと。
- * 実験日から一週間目にあたる日か、それ以前に提出すること。

1) 要旨

表紙に記載

2) 序

a) 目的

キルヒーホッフの法則が成り立っているか調べる。

b) 理論

$V=IR$ の式、キルヒーホッフの法則が成立っている事とする。

教科書（三省堂 物理Ⅱ）に載っている電気の性質があっているとする。

3) 実験

a) 実験器具

抵抗の少ない金属線（銅線のような物）

電圧計

電流系

テスター（抵抗、電圧、電流を測れるもの。）

抵抗（それぞれ違った値の抵抗値を持った抵抗）

電池（それぞれ違った値の電圧を持った電池。安定した、一定の電圧を持った市販の物）

b) 実験内容・実験結果

実験では3個の異なる電池と3個の異なる抵抗を使って実験をした。

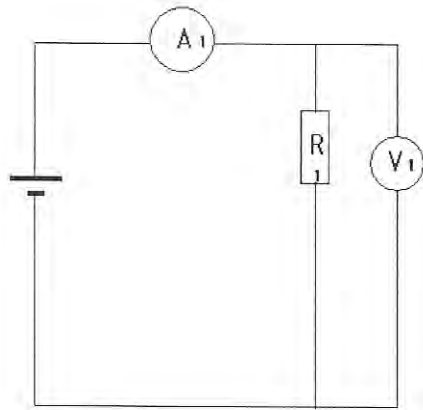
図中の R の右下に書かれている番号1, 2, 3は抵抗に番号を付けたものでその番号で固定した。

各実験でそれぞれ違った回路を組み立て電圧、電流を各、決められた点で計測する。抵抗値はテスターで調べたものである。

実験では抵抗の温度や電池の温度が上がらないように回路をつなげてから三秒ほどで電流を流すのをやめた。

なお、電池を変えずに抵抗だけを変えて同じ実験を抵抗1、抵抗2、抵抗3で行った。

実験一



図一

抵抗 1

$$A_1 = 0.0255 \text{ A}$$

$$R_1 = 38.32 \text{ } \Omega$$

$$V_1 = 0.982 \text{ V}$$

抵抗 2

$$A_1 = 0.0235 \text{ A}$$

$$R_2 = 44.21 \text{ } \Omega$$

$$V_1 = 1.045 \text{ V}$$

抵抗 2

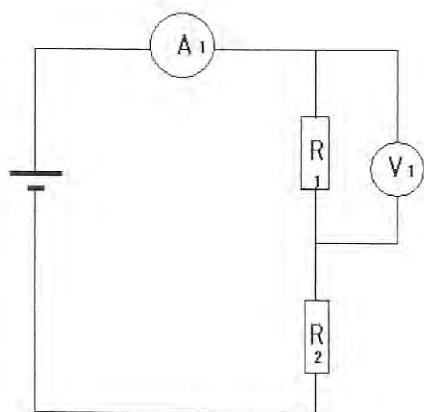
$$A_1 = 0.0250 \text{ A}$$

$$R_3 = 39.63 \text{ } \Omega$$

$$V_1 = 0.995 \text{ V}$$

実験二

R_1 と R_2 の電圧を測った。図二の回路の抵抗を入れ替えて電圧を測った。またそれぞれの電圧を V_1 、 V_2 とする。



图二

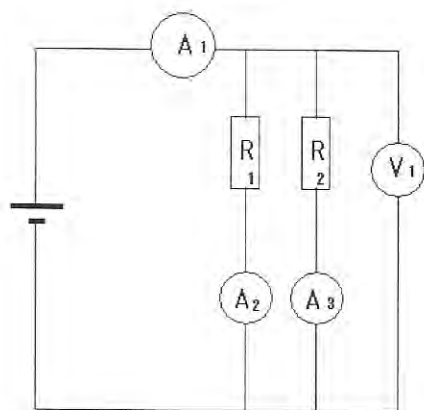
$$A_1 = 0.0121 \text{ A}$$

$$R_1 = 38.32$$

$$V_1 = 0.4598 \text{ V}$$

$$V_2 = 0.5321 \text{ V}$$

实验三



图三

$$A_1 = 0.0468 \text{ A}$$

$$A_2 = 0.0251 \text{ A}$$

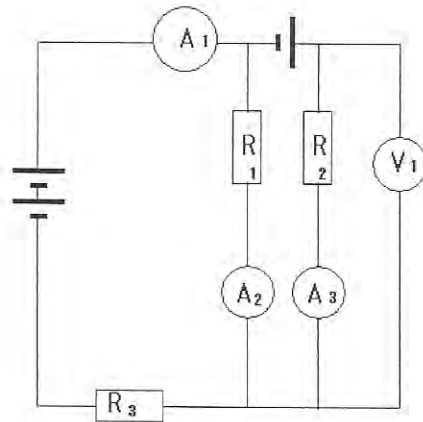
$$A_3 = 0.0220 \text{ A}$$

$$R_1 = 38.32 \Omega$$

$$R_2 = 44.21 \Omega$$

$$V_1 = 0.942 \text{ V}$$

実験四



図四

$$A_1 = 0.04001 \text{ A}$$

$$A_2 = 0.01002 \text{ A}$$

$$A_3 = 0.03140 \text{ A}$$

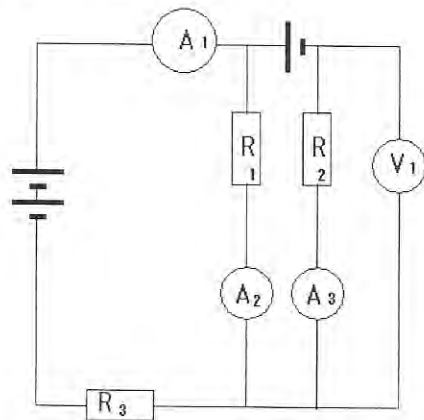
$$R_1 = 38.32 \text{ } \Omega$$

$$R_2 = 44.21 \text{ } \Omega$$

$$R_3 = 39.63 \text{ } \Omega$$

実験五

電圧の値は計っていない。



図五

$$A_1 = 0.04641 \text{ A}$$

$$A_2 = 0.04621 \text{ A}$$

$$A_3 = 0.00032 \text{ A}$$

$$R_1 = 38.32 \Omega$$

$$R_2 = 44.21 \Omega$$

$$R_3 = 39.63 \Omega$$

4) 考察

全ての考察において実験で使った電池には内部抵抗があり、抵抗の温度が上がると抵抗値はあがるものとする。

実験一

$$V=IR$$

V と I に電流計、電圧計で測った値を代入した R の値、また、電池の内部抵抗は無視した。そして、計測器で測った R の値を正確な値としてパーセントエラーを求めた。

抵抗 1

$$A_1 = 0.0255 \text{ A}$$

$$R_1 = 38.32 \Omega$$

$$V_1 = 0.982 \text{ V}$$

$$R_{1 \text{ 計算値}} = 0.982 \text{ V} / 0.0255 \text{ A} = 38.50 \Omega$$

$$\text{パーセントエラー} = | 38.50 \Omega - 38.32 \Omega | / 38.32 \Omega * 100\% = 0.49\%$$

抵抗 2

$$A_1 = 0.0235 \text{ A}$$

$$R_2 = 44.21 \Omega$$

$$V_1 = 1.045 \text{ V}$$

$$R_{2 \text{ 計算値}} = 1.045 \text{ V} / 0.0235 \text{ A} = 44.46 \Omega$$

$$\text{パーセントエラー} = | 44.46 \Omega - 44.21 \Omega | / 44.21 \Omega * 100\% = 0.57\%$$

抵抗 2

$$A_1 = 0.0250 \text{ A}$$

$$R_3 = 39.63 \Omega$$

$$V_1 = 0.995 \text{ V}$$

$$R_{3 \text{ 計算値}} = 0.995 \text{ V} / 0.0250 \text{ A} = 39.8 \Omega$$

$$\text{パーセントエラー} = | 39.8 \Omega - 39.63 \Omega | / 39.63 \Omega * 100\% = 0.43\%$$

エラーが 1 パーセント未満になったのはとても印象に残った。

針が振れる式の電流系などでは正確な値が出ずにパーセントエラーが

大きかったが電気式のテスターを使ったところ正確な電流が数値で出た。

実験二

実験一の抵抗の値を使って計算で出した抵抗の値と比べ、パーセントエラーを求めた。

$$A_1 = 0.0121 \text{ A}$$

$$R_1 = 38.32 \Omega$$

$$R_2 = 44.21 \Omega$$

$$V_1 = 0.4598 \text{ V}$$

$$V_2 = 0.5321 \text{ V}$$

抵抗1

$$R_{1\text{計算値}} = 0.4598 \text{ V} / 0.0121 \text{ A} = 38.00 \Omega$$

$$\text{パーセントエラー} = |38.00 \Omega - 38.32 \Omega| / 38.32 \Omega * 100\% = 0.83\%$$

抵抗2

$$R_{2\text{計算値}} = 0.5321 \text{ V} / 0.0121 \text{ A} = 43.97 \Omega$$

$$\text{パーセントエラー} = |43.97 \Omega - 44.21 \Omega| / 44.21 \Omega * 100\% = 0.53\%$$

実験1と同じくエラーの値は少なく理想的な結果となった。

実験三

実験一の抵抗の値を使って計算で出した抵抗の値と比べ、パーセントエラーを求めた。

$$A_1 = 0.0468 \text{ A}$$

$$A_2 = 0.0251 \text{ A}$$

$$A_3 = 0.0220 \text{ A}$$

$$R_1 = 38.32 \Omega$$

$$R_2 = 44.21 \Omega$$

$$V_1 = 0.942 \text{ V}$$

抵抗1

$$R_{1\text{計算値}} = 0.942 \text{ V} / 0.0251 \text{ A} = 37.52 \Omega$$

$$\text{パーセントエラー} = |37.52 \Omega - 38.32 \Omega| / 38.32 \Omega * 100\% = 2.06\%$$

抵抗2

$$R_{2\text{計算値}} = 0.942 \text{ V} / 0.0220 \text{ A} = 42.81 \Omega$$

$$\text{パーセントエラー} = |42.81\Omega - 44.21\Omega| / 44.21\Omega * 100\% = 3.14\%$$

抵抗1と抵抗2の合成抵抗

$$1/R_{\text{合成抵抗計算値}} = 1/38.32\Omega + 1/44.21\Omega$$

$$R_{\text{合成抵抗計算値}} = 20.52\Omega$$

$$1/R_{\text{合成抵抗実験値}} = 1/37.52\Omega + 1/42.81\Omega$$

$$R_{\text{合成抵抗実験値}} = 20.00\Omega$$

$$\text{パーセントエラー} = |20.00\Omega - 20.52\Omega| / 20.52\Omega = 2.53\%$$

実験四

実験四で得た電流の値と計算で出した電流の値と比べ、パーセントエラーを求めた。二個繋がっている方を E_1 、1個の方を E_2 とする

$$A_1 = 0.04001\text{A}$$

$$A_2 = 0.01002\text{A}$$

$$A_3 = 0.03081\text{A}$$

$$R_1 = 38.32\Omega$$

$$R_2 = 44.21\Omega$$

$$R_3 = 39.63\Omega$$

$$E_1 = 2.037\text{V}$$

$$E_2 = 0.999\text{V}$$

電流1, 2, 3

$$I_1 * R_3 + I_2 * R_1 = 2.037\text{V}$$

$$I_3 * R_2 - I_2 * R_1 = 0.999\text{V}$$

これを解くと

$$I_1 = 0.04156\text{A}$$

$$I_2 = 0.01016\text{A}$$

$$I_3 = 0.03140\text{A}$$

パーセントエラー

$$\text{パーセントエラー}_{I_1} = |0.04001\text{A} - 0.04156\text{A}| / 0.04156\text{A} = 6.6\%$$

$$\text{パーセントエラー}_{I_2} = |0.01002\text{A} - 0.01016\text{A}| / 0.01016\text{A} = 1.37\%$$

$$\text{パーセントエラー}_{I_3} = |0.03081\text{A} - 0.03140\text{A}| / 0.03140\text{A} = 6.62\%$$

電流1と電流2のパーセントエラーのパーセンテージが同じくらいになったが、関連性があまり見出せなかった。抵抗や電圧が高くな

ればなるほどパーセンテージが増えてきている。

実験五

実験五で得た電流の値と計算で出した電流の値と比べ、パーセントエラーを求めた。二個繋がっている方を E_1 、1 個の方を E_2 とする

$$A_1 = 0.04641 \text{ A}$$

$$A_2 = 0.04621 \text{ A}$$

$$A_3 = 0.00032 \text{ A}$$

$$R_1 = 38.32 \Omega$$

$$R_2 = 44.21 \Omega$$

$$R_3 = 39.63 \Omega$$

$$E_1 = 2.037 \text{ V}$$

$$E_2 = -0.999 \text{ V}$$

電流 1, 2, 3

$$I_1 * R_3 + I_2 * R_1 = 2.037 \text{ V}$$

$$I_3 * R_2 - I_2 * R_1 = -0.999 \text{ V}$$

これを解くと

$$I_1 = 0.05136 \text{ A}$$

$$I_2 = 0.05132 \text{ A}$$

$$I_3 = 0.00037 \text{ A}$$

パーセントエラー

$$\text{パーセントエラー}_{I_1} = \left| \frac{0.04641 \text{ A} - 0.05136 \text{ A}}{0.05136 \text{ A}} \right| = 9.63\%$$

$$\text{パーセントエラー}_{I_2} = \left| \frac{0.04621 \text{ A} - 0.05132 \text{ A}}{0.05132 \text{ A}} \right| = 9.96\%$$

$$\text{パーセントエラー}_{I_3} = \left| \frac{0.00032 \text{ A} - 0.00037 \text{ A}}{0.00037 \text{ A}} \right| = 13.51\%$$

実験五のパーセントエラーは今回の実験では一番大きい値となった。予想では線の中で電子がぶつかるなどしてエネルギーが熱に変化して失われたからだと思う。あと少しだけ E_2 の値が大きくなったら I_3 に反対の向きに電流が流れていた。というのが計算から解った。

7) 感想

今回の実験では数値の記録と計算によりどれくらいの誤差があったかというものを調べた。 $V=IR$ の式に当てはめると誤差が大きく、式が成り立っていたものは少なく意外な結果となった。予想以上にエネルギーは抵抗以外で消費されていたということがわかった。また、温度が上がることにより抵抗値が下が

とすることが予想できた。今回の実験ではリサーチや考えることが少なかった。まだ良く電気の性質を理解していないことを痛感した。

今回のレポートは簡単に終わらせようと思ったのだが、予期せぬことにレポートの種を増やしてしまった。それは実験2日目の際に抵抗を焦がしてしまったということである。抵抗は焦がしてしまったら電球のようにフィラメントが切れて使えなくなるのかと思っていたが、電流を流してみるととても安定した値が求められた。焦がす前の値と焦がしたあとの値では電流と電圧は変わらなかった。変わったのは表示の値が不安定であった抵抗値だけであった。

実験1日目で求めた値ではパーセントエラーがとても大きい値になったのだが、焦がしてしまった抵抗ではパーセントエラーはとても小さくなった。また、針を読み取る計測器ではなく電気式のテスターを使うことによってより正確な値を出すことができた。(正確だとは限らないが)

Extra 考察

以下のことを踏まえて抵抗の内部の仕組みを考えてみた。

- 1、抵抗は高温になり、煙を出した。
- 2、焦げる前、最初は約 $55\Omega \sim 300\Omega$ 位を表示していたが、抵抗が室温に戻った後に抵抗の値を調べたところ計算値と同じくらいの 38Ω を安定して表示するようになった。

抵抗の構造を考える

ケース1

抵抗の中には細い抵抗の束になっており、今回焼ききれたとされるのは細い線である。そのため短時間電流を流しても抵抗の値が安定しなかった。



ケース 2

抵抗の内部はパートごとに分かれた抵抗が集まったことによってできている一本の繋がった抵抗であり、今回煙が出たのはその抵抗の内部のパートである。その抵抗はある温度で回りにあるものと何らかの変化を起こし抵抗値が変わった。



ケース 3

抵抗は柱形のパーツで成り立っている。抵抗の側面は同じ素材でできているが生産途中で酸化など、何らかの変化をおこしてしまった。理由としては抵抗の外側は何らかの絶縁体でできている。それを高熱で加工してコーティングする際に何らかの変化が起きたのかと思ったから。

結論

可能性としてはケース 1 の可能性が高いと思われる。この抵抗は商業的に生産されたものである。すなわち生産するに当たって、ある程度正確な抵抗値を出すことができ調整が利くものでなければ成らないと思ったからである。