

Date of Lab 3/15/11

Date of Submission 3/21/11

Physics Laboratory Report

Title 電池の起電力と内部抵抗

Author Class AP Name Michihiro Matsugaki

Co-workers Satoshi Fukushima

Date	Summary	Teacher
3/19/11	この実験では、1.5V、9V、2セン電池の3つを扱い、電池の起電力と内部抵抗値を求めた。可変抵抗器を使用し、抵抗を変えた時の電圧値(V)と電流値(A)を記録し、グラフにした。グラフから、Extrapolation Methodを使用し、 $V = E - Ir$ の式が生まれ、 r (グラフの傾き)内部抵抗と E 起電力を求め、考察した。	3/22 @ Toshi

* 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までにレポートを提出すること。ただし、その後内容を付け加えて行っても良い。付け加えたときは、上に日付と内容を書くこと。

序

目的: 電池の電圧と流れる電流の関係のグラフから、電池の起電力と内部抵抗値を求める

理論

➤ 電池の起電力というのは、抵抗などを接続していない時の2つの極の電位差の事である。起電力 E (V) の電池を可変抵抗器に接続することによって、 R (抵抗値) はかわり、電池に流れる電流 I も変わっていくのである。電流は流れやすくなったり、流れにくくなったりする。よって、流れる電流 I と電池に生じる電圧 V をグラフにすると、起電力 E と、グラフの傾き r (内部抵抗値) が分かるのである。その起電力を求める時に行う作業を“extrapolation”という。Extrapolation というのは方法であり、グラフの直線をその直線上に延ばす事である。

➤ 上の事から $V = E - I r$ という式が生まれるのである。

V : 電圧 (V)

E : 起電力 (V)

r : 内部抵抗値 (Ω)

I : 電流 (A)

“ $I r$ ” は、電池の内部抵抗によって生じる電圧降下をさしている。

従って、電池の電圧 V は、可変抵抗器によって流れる電流は変わり、 V の値は変わっていくのである。

最後に、オームの法則は、 $v = I R$ であり、 $I R$ を式に代入すると、 $E = (r + R) I$ になる。

実験

実験器具:

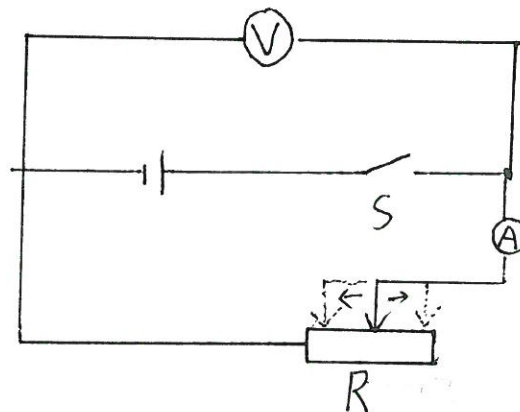
- 電池 (1.5V、9.0V、レモン電池)
- 滑り抵抗器 (22 Ω 、0.4A)
- 直流電流計
- 直流電圧計
- スイッチ
- ケーブル
- グラフ用紙

実験方法:

➤ 実験 A、B、C)

1. それぞれ右上の図 A の様に配線する。
2. スイッチを開けたまま、すべり抵抗器の値を最大にする。
3. スイッチを閉じ、滑り抵抗器を滑らせ、電流の値を変えていく。可変抵抗器を一回ずつ滑らす時、一回一回の電流値と電圧値を記録する。(目盛りを読むときすばやく行う事)
4. 記録した電流値 I と電圧 V をグラフを I (x 軸) と V (y 軸) としてかき、 r (内部抵

図 A)



抗値) と起電力Eを求める。

結果

➤ 実験A 電池 1.5Vを使用した時

➤ 表A

電圧 (V)	電流 (A)
0.3	0.8
0.6	0.5
0.8	0.3
0.85	0.25
0.95	0.2
1.0	0.15
1.05	0.12
1.08	0.1
1.12	0.05
1.2	0.025

➤ 実験中のグラフA後のページ

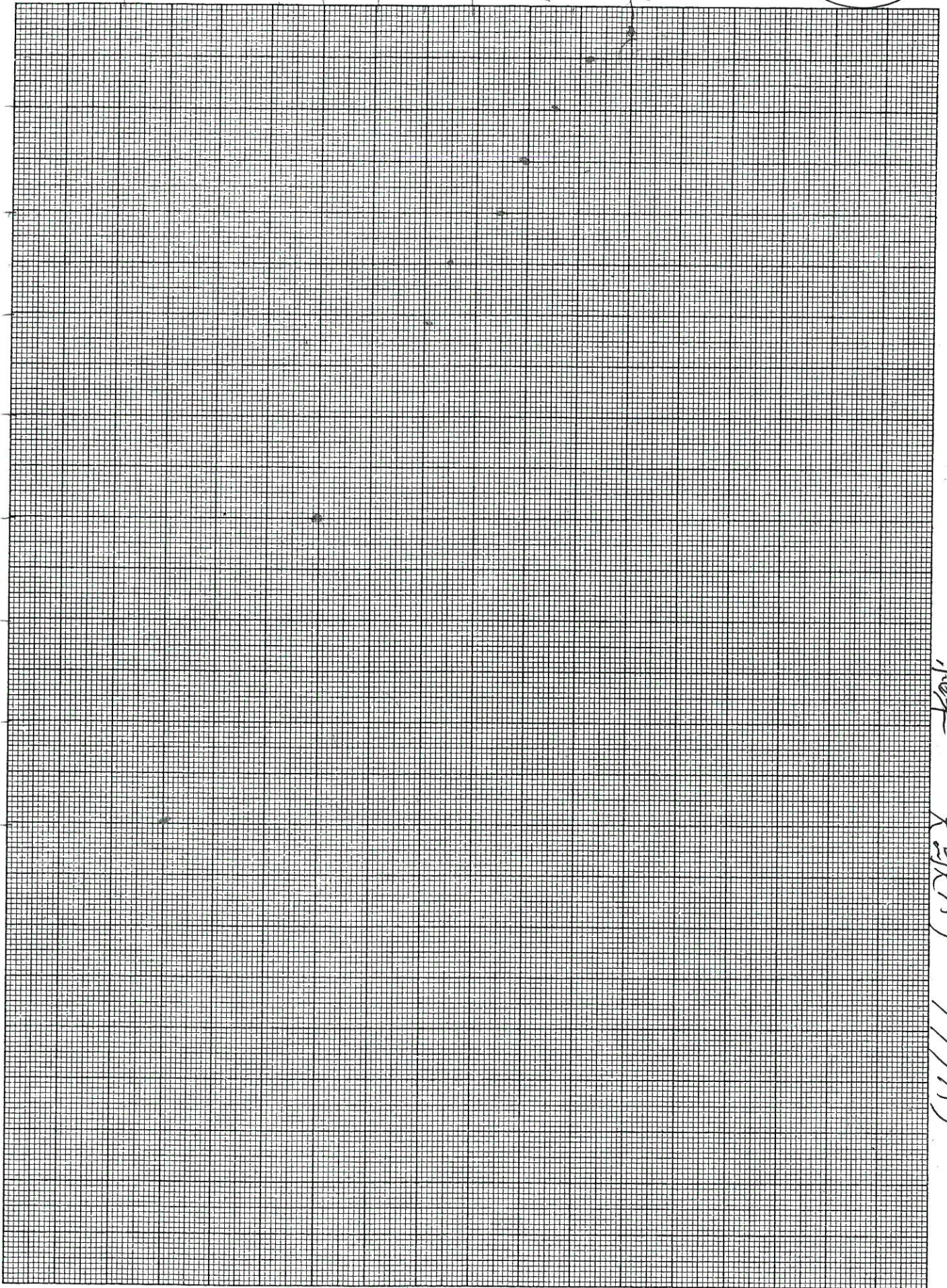
➤ 実験B 電池 9.0Vを使用し接続した時

表B

電圧 (V)	電流 (A)
0.5	1.15
1.67	1.0
3.7	0.8
4.8	0.65
5.7	0.5
6.2	0.4
7.1	0.3
7.8	0.1
8.0	0.05

➤ 実験中に行ったグラフB(後のページ)

(V)



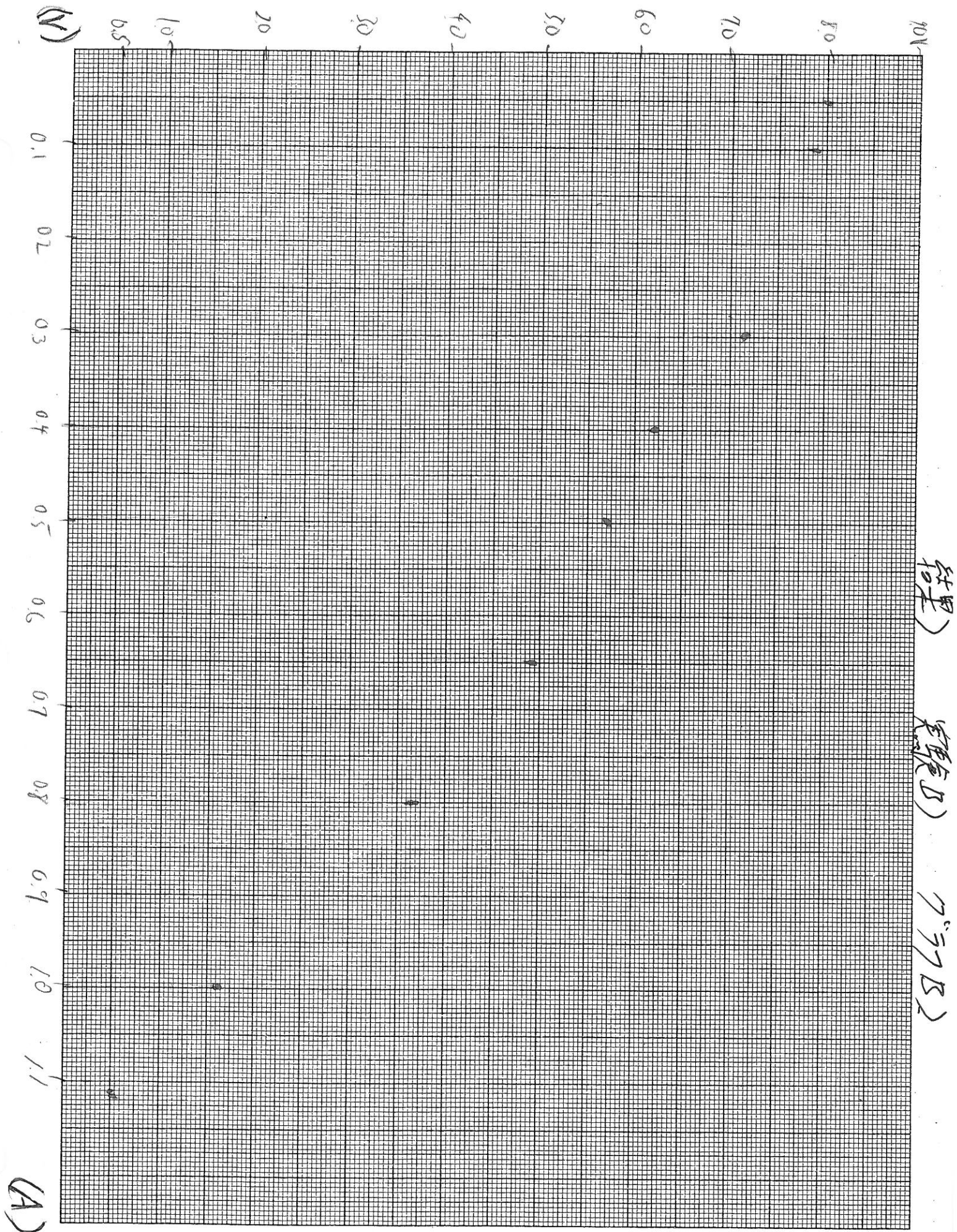
結果 (実験A) グラフA)

実験A) グラフA)

(I)

10 DIVISIONS PER CENTIMETER
CONTROL COMPANY

直線にu<=c
以下同様c



10 DIVISIONS PER CENTIMETER
CONTROL COMPANY

➤ 実験C レモン電池を使用した時

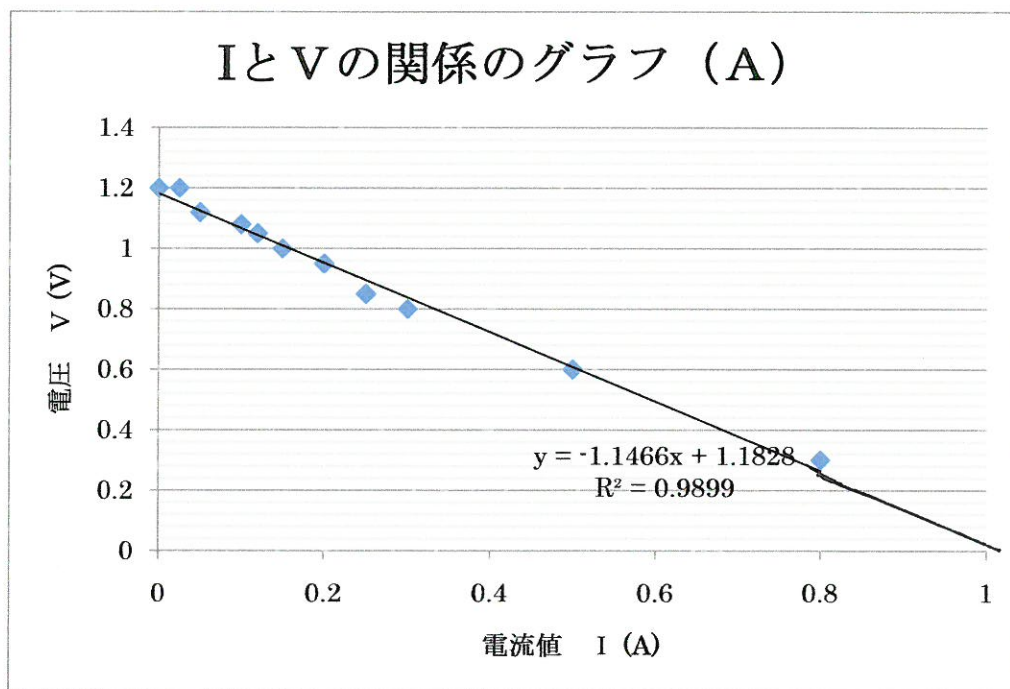
➤ 表C

電圧 (mV)	電流 (mA)
153	1.54
125.45	1.46
145.5	1.34
140	1.28
170	1.1
152.7	1.25
148.7	1.25
167	1.23

考察

➤ 実験A (電池1.5Vを使用した時)

この時のIとVの関係のグラフは次の様になった。



➤ これを見ると、電圧の値が大きくなるにつれて、電流値も小さくなるのが分かる。滑り抵抗を滑らしていくにつれて、電流はながれにくくなり、電流値の値は小さくなる。逆に滑らしていくと、電流は流れやすくなり、電流値の値は大きくなる。

$$E = 1.18V$$

$$I = x \text{ 軸}$$

$$r = 1.14\Omega$$

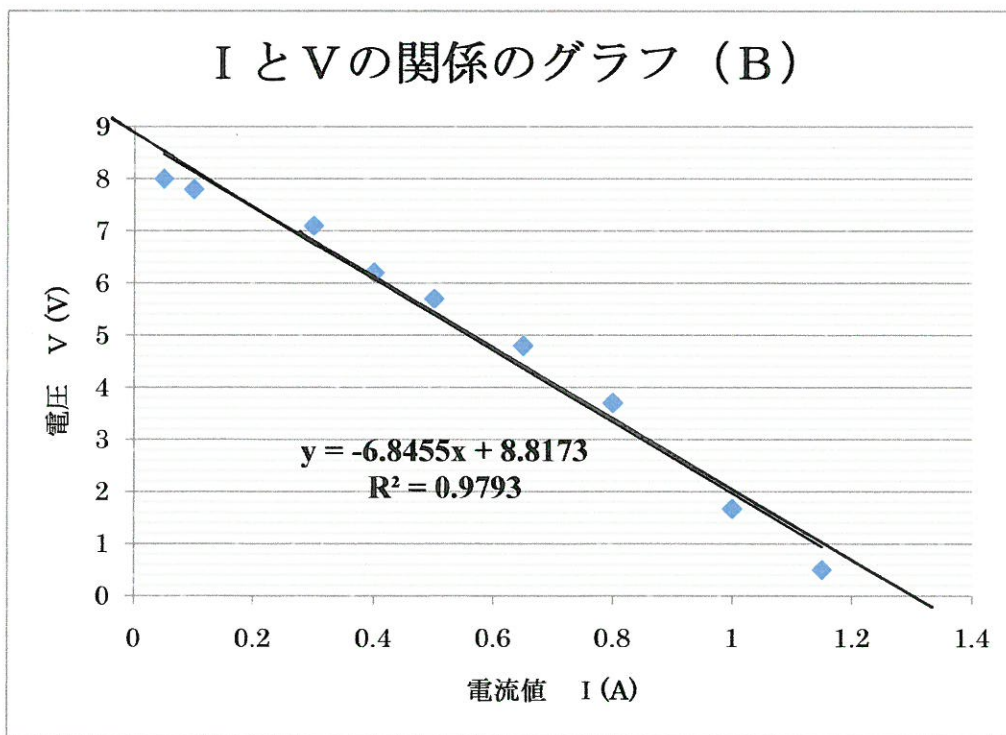
➤ このグラフから $V = E - I r$ の式に基づくと、 r の値、電池の内部抵抗値は、1.14 とな

り、このグラフの傾きを示していて、常に一定である事がわかる。又、電池の起電力はグラフの extrapolation により 1.18V となった。この起電力の値は、電流値を“0”にした時の値を示しており、電池に表示されている値と比べると、結構大きな差がある事が分かる。結構古い電池である事が推測できる。この $V = E - I r$ の式から、 $I r$ は電池の電圧降下を示している事が分かる。つまり、この電流の I の値が大きくなると、電池の内部抵抗値による電圧降下は大きくなり、 V の値は小さくなっていく事が分かる。よって、上のグラフの通りになる。^{比較例}

- この実験では、多くのケーブルを使用した事から、接続の際に電圧降下が生じた可能性があったかも知れない。これも、考慮してあげるとより正確な値がでたかもしれない。
- この実験では、すばやく計器の目盛りを読み取った。スイッチを何回も閉じたり開けたり作業を何回も行った。それは、常にスイッチを開けていると、常に電流は、流れている事となり、電池は熱くなり、内部抵抗も大きくなり、流れる電流が小さくなってしまおうを防ぎたかったからである。可変抵抗値の一回、一回の電圧値と電流値を記録したのである。

考察実験B) 電池 9.0V を使用した時

- 表Bに基づく、 I と V の関係のグラフは次の様になった。



- このグラフから、前のグラフと同じ様に、電流値が大きくなるにつれて、電圧が小さくなる事が分かる。

$V = E - I r$ の式から、

E (起電力) = 8.81V

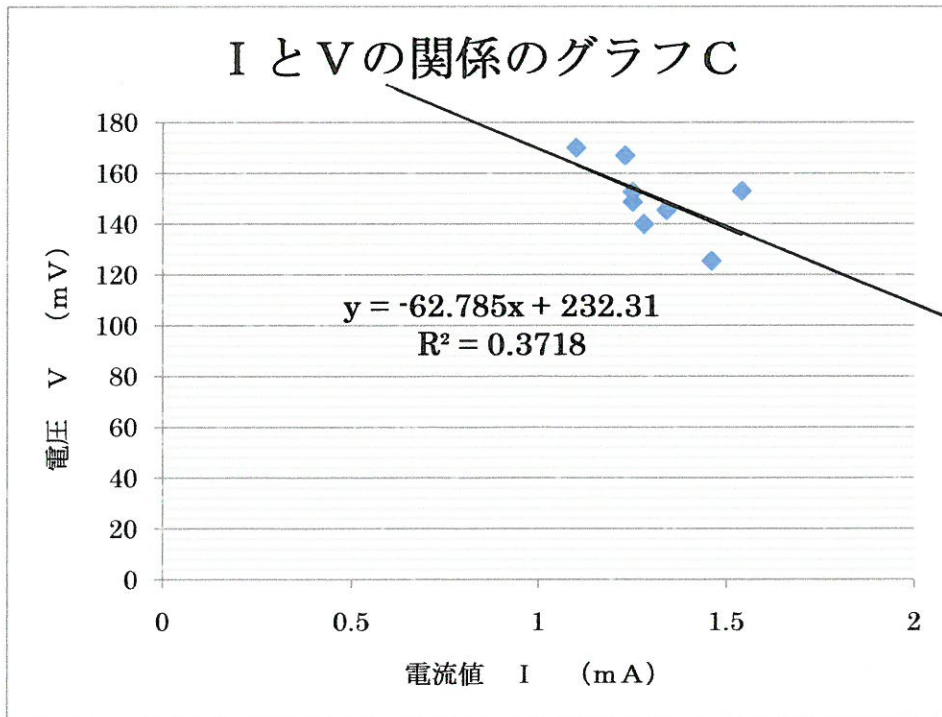
I (電流) = x 軸

r (内部抵抗) = 6.85 Ω

- r の値の 6.85 はこのグラフの傾きであるため、常に一定である事が分かる。前の実験で、1.5Vの電池を使用した時の内部抵抗は 1.14Ωで、今回の 9.0Vの電池を使用した時の内部抵抗は 6.85Ωであったため、電池の起電力が大きくなるにつれて、内部抵抗値も大きくなることが推測できる。
- この実験での、起電力はグラフの extrapolation により、8.81Vとなり、電池に表示されている 9.0Vより、少しだけ、小さいため、やや新しい電池である事が推測できる。実験Aでの 1.18Vと 1.5Vの差に比べると、実験Bで生じた差 (8.81Vと 9.0V) は小さいため、実験Bで扱った電池の^よ新しい事が言える。よってこの事から、比較的新しい電池と比較的古い電池を扱うと、内部抵抗値の“r”の値も変わり、電池の内部抵抗による電圧降下が変わり、“V”の値も変化していく。電池の内部抵抗の重要性和電池の新しさと古さで“V”の値に大きな影響を与える事がよく分かる。

実験C考察) レモン電池を使用した時

- レモン電池を使用した時は次の様なグラフになった



- このグラフから、実験値はいろいろな所にある事がわかる。とても、実験値があいまいである。だが、レモンを扱っても、一応、電流値が大きくなると、電圧値は小さくなる事がグラフの直線によって推測できる。しかし、ブレが大きすぎるため、必ずそうだとは言えない。
- $V = E - I r$ から
 $E = 232\text{mV}$
I = x 軸

$$r = 62.8 \text{ m}\Omega$$

- それぞれの値から分かるように、流れる電流と電圧は、電池の時と比べるととても小さい事が分かった。レモンでも本当に電流はかすかに流れている。よって、電池の内部抵抗値による電圧降下“ $I r$ ”の値も電池と比べると小さい。 r はグラフの傾きであり、直線のグラフによって常に一定である。
- また、レモン電池の起電力 E は、グラフの **extrapolation** により、 232 mV になった。それで、電流値が大きいと $I r$ によって“ V ”の値は小さくなっていく事が分かる。電流値が小さいと $I r$ によって、“ V ”の値は相対的に大きくなるのである。
- この様にグラフをみても分かるように、実験値がとてもバラバラになっているのは、きっとレモンは果物であるため、果汁は至るところで濃度が異なっているからかもしれない。電池の様に、電池の中は“整理”されていない。“**electrode**”をレモンの中に刺す際にレモンの中身がさらに一様でなくなったのかもしれない。さらに時間によって、多くの果汁が **electrode** の付近を通ったり、通らなかつたりして、上のグラフのようになったのだろう。
- しかし、 1.5 V と 9.0 V の電池と原理は同じである事が分かる。みかんでも同じ事がおきる事が推測できる。

結論

- この実験によって、電池に表示されているボルテージは本当の起電力でないことがわかった。それは、電池には内部抵抗というのが存在するからである。その内部抵抗値は滑り抵抗器を使う事によって、 $V = E - I r$ の関係式の、一回一回の“ V と I ”の値がでるのである。すべり抵抗によって、電流が流れやすくなったり、ながれにくくなったりするわけである。この一回一回を I と V の関係でグラフにすると、直線のような線が生じ、“**extrapolation**”を行う事によって電池の起電力が分かるのだ。又、その“ I と V ”のグラフの傾きから、電池の内部抵抗値が分かったのだ。以上から、 1.5 V の電池を使用した時、 9.0 V の電池を使用した時、共に実際の起電力はそれぞれ、 1.18 V と 8.81 V となった。レモン電池を使用した時は、とても起電力と電流の値は小さかったが、果物に電流と電圧が存在している事が分かった。3つの実験での起電力の求め方、内部抵抗値の求め方、原理は同じなどだ。

感想

- 今年になって、始めて内部抵抗について知り、驚いた。日常は普通に電池に表示されているボルテージが起電力だとおもいながら使っていたが、実際は、違うという事に感心した。電池の中に電圧降下が生じる事は、考えもつかなかった。新たな発見となった。抵抗といったら、回路の抵抗しかないと今まで思っていた。しかし、内部抵抗を考える時は、想像力が必要であり、私に難しく感じる。今回は時間が無かったため、次の機会があったら、同じ電池の種類で、新しいもの、古いものを扱って、どのような差が生じるのか見てみたい。実験をする事によって多少はなじめたが、内部抵抗についてももう少し学習が必要だと思った。