

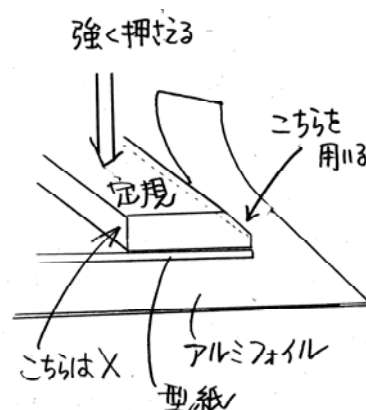
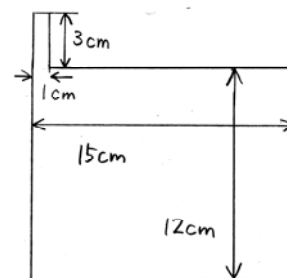
教員による事前準備

- 紙（ケント紙のような少し厚い紙がよい）を右図のように切り電極の型紙を1枚作る。

次にこの型紙を利用して、アルミホイルから、アルミ電極を各班につき2枚ずつ切り出す。実験の失敗を見込んで少し多く切り出しておくといよい。生徒にアルミホイルを配布して電極を切り出させるところから実験を始める方が教育的だと思うが、最近の生徒は不器用で、実験時間の大半をアルミ電極を切り出すことに使ってしまう恐れがある。よって教員があらかじめ電極を切り出して生徒に配布したほうが実験の成功率が高い。

アルミを切る要領は右図の通りである。

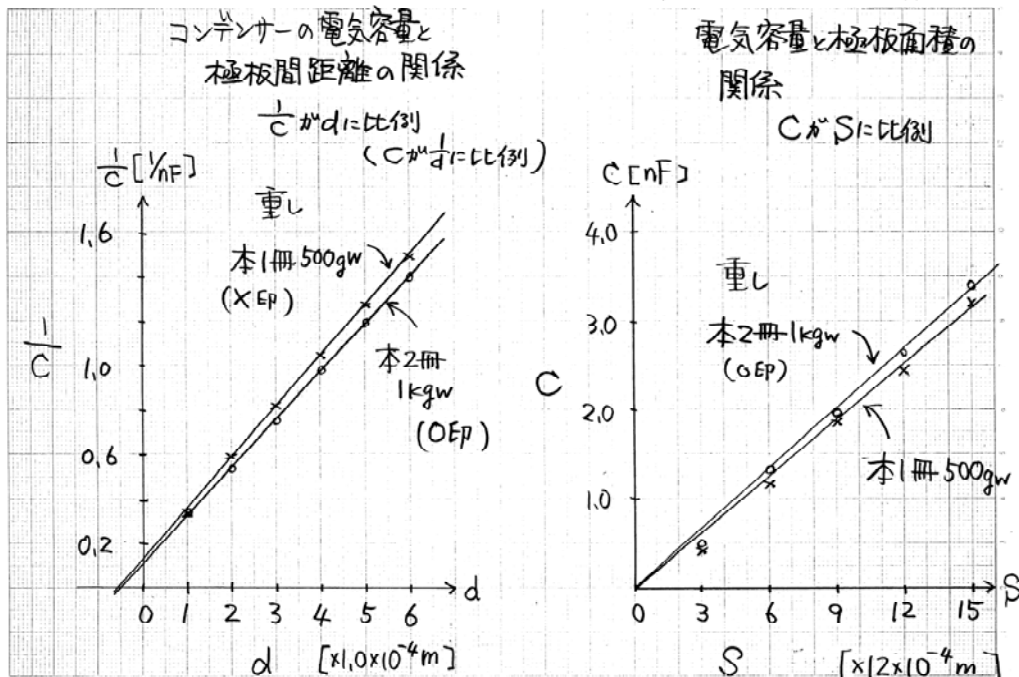
紙の箱に入ったアルミホイルを引き出して、箱の刃で切る要領で、型紙の上に30cm定規を置いて、定規を強く押さえ、アルミホイルを斜め上に引くと切れる。



- 電極の配線用のビニール線は15cm位で、細く軟らかい線がよい。両端を1cmほど剥いで導線をむき出しにしておく。もし、ビニール線が無ければミノムシ付きコードでよい。
- ビニール線と電極の接続は導線を電極にテープで貼るだけで十分である。
- 誘電体はA4OHPシート半裁、またはA4クリアファイルから切り出したシートのどちらでも使用できる。クリアファイルから切り出したシートは静電気が大きいので扱いに注意が必要である。その点OHPシートの方が扱いが楽である。
- OHPシートを用いる場合、容量計のレンジは20nFレンジを使うと時間が短くて済む。ただし誤差が多くなる。誤差を少なくしたい場合は2000pFレンジを用いるとよい。ただし、測定時間が長くなる。
- クリアファイルを利用した場合は2000pFレンジになる。
- 重しの本は1冊でも大丈夫である。ただし、重しを載せないと実験にならない。重し2冊のほうが若干容量計の値の時間的収束が早い。
- テープはセロテープでもかまわないが、セロテープだと電極を張り直すとき、はがすのに苦労する。色の付いた貼ってはがせるテープだと貼ってある場所もすぐわかり、はがしやすい。

以下に測定例を示す。OHP シートを用いた場合である。

2017. Jan. 11



極板とシートのすき間を補正してシート一枚の理論値 $C = \frac{3.0 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 12 \times 15 \times 10^{-6}}{1.5 \times 10^{-6}} = 3.19 \text{ nF}$

実測値 3.27 nF
相対誤差 = $\frac{3.27 - 3.19}{3.19} \times 100 \approx 3\%$

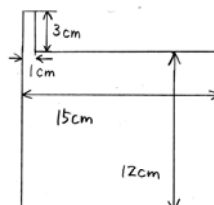
物理実験 デジタル容量計を用いたコンデンサーの実験

[目的] コンデンサーの電気容量 C がコンデンサーの極板面積 S に比例し、極板間距離 d に反比例することを確認する

[準備] デジタル容量計、両端を 1cm ほどビニールをはがしたビニール線（またはミノムシクリップ付きコード）2 本、OHP シート ($d = 0.10\text{mm}$ ($1.0 \times 10^{-4}\text{m}$))、比誘電率 $\epsilon_r = 3.0$ (PET 樹脂) 6 枚、アルミホイル極板 2 枚、貼ってはがせるテープ少々、ぞうきんまたはティッシュ、ストップウォッチ、電卓、教科書 2 冊、グラフ用紙各人 1 枚 + 台紙用 1 枚

[方法]

- ぞうきんまたはティッシュで机の上のごみ、ほこりを拭き取り、ほこりの無い平らな面に台紙となるグラフ用紙を 1 枚置く。
- アルミホイルの極板を台紙の上に置き、OHP シートを 1 枚かぶせ、その上から指で極板をよくこすり極板を平らにする。2 枚の極板について 1 枚 1 枚行う。極板を平らに保つことが実験のコツである。

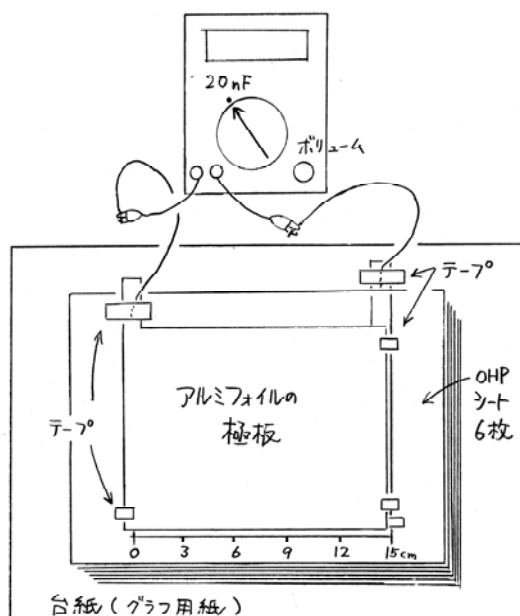


[A] 電気容量と極板間距離の実験

- 図のように、台紙に、下の極板（電極は右）を置き、電極の隅を 5mm 角くらいの貼ってはがせるテープで留める。電極にビニール線をテープで留める（ビニール線のかわりにミノムシ付きコードでもよい）。電極の右下端から 3cm ごとに図のように、15cm、12、9、6、3、0 と目盛りを書く。

その上に、OHP シート 6 枚（極板間隔を一定に保ち、誘電体の役目も兼ねる）を重ねる。シートは極板全体をおおい、かつ電極側に極板から 1cm ほどはみ出させる。

その上に裏返した極板を重ねる。図では配置がわかるように極板やシートをずらして描いているが実際は全部をぴたりときれいに重ねる。そして、上の電極の隅を 5mm



角くらいの貼ってはがせるテープでシートに留め、ビニール線も電極にテープで留める。これで平行平板コンデンサーが完成する。

- その上から重しとして教科書を 1 冊、上の極板がずれないように、プレパラートにカバーガラスをかける要領で、全体をおおうように載せる。さらにもう一冊真上からそっと載せる。本を載せる位置はいつも同じにする。
- 容量計のロータリーセレクターは 20nF の位置にする。右下のボリュームを回して表示が 000 になるようにする。配線がミノムシコードの場合、電極部が引きちぎれやすいので、なるべく電極にストレスをかけないように気をつける。
- まず、右側のビニール線のみを容量計に接続し、容量計の値を読む。下側の極板と机と左側のビニール線で望まないコンデンサーが形成され、その容量が表示される。→浮遊容量 C_0 として記録する。0.00 ~ 0.01nF 程度のはずである。
- 左側のビニール線を容量計に接続して表示を読む。表示は値が変わるので、値が 10 秒経っても変わらないときの値を記録する。ストップウォッチを適宜使用せよ。

8. ミノムシコードの場合、シートを動かすときは必ず左側のミノムシを外す。こうしないとシートを動かしたとき電極がひきちぎれる。ビニール線の場合はそのままよい。
9. 上に載せた本を外し、シートを 1 枚抜き取り、また、シートを重ね、上の電極を下の電極と重ねる、本を 2 冊載せる。左側のミノムシをつなぎ、表示を読む。10 秒経っても値が変わらない値を記録する。これをシートが上の電極が貼ってある 1 枚になるまで繰り返す。そのまま次の実験に移行する。

[B]電気容量と極板面積の実験、極板面積を狭くしていく

10. シートは上の電極が貼ってあるシート 1 枚を使用する。左側ミノムシを外し、本を外し、上のシートを台紙に書いてある 12cm のところまで平行移動させる。こうすることで、重なっている極板の面積を少なくする。本を、重なっている電極部分の中央に置き、もう一冊重ね、左側ミノムシをつなぎ 10 秒経っても値が変わらない値を記録する。
11. さらに 3cm 左に移動させ、値を記録。これを 0cm のところまで行う。0cm のときの値は机と容量計のリード線の間容量である→浮遊容量 C_s として記録する。

[考察]

コンデンサーの理論では、 $C = \epsilon_r \times \epsilon_0 \times S / d$ である。従って、逆数をとれば、 $1/C = \{1/(\epsilon_r \times \epsilon_0 \times S)\} \times d$ となり、容量の逆数 $1/C$ と極板間距離 d は比例する。グラフの見本を参考に、容量の逆数と極板間距離のグラフを描け。グラフは理論と合致しているか考察せよ。グラフの原点からのずれは極板とシート間のすき間である。

また、グラフから極板間距離を補正して、シートが 1 枚のときのこのコンデンサーの容量の理論値を計算せよ。なお、真空の誘電率は、 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} [F/m]$ である。

同じく、理論によれば、コンデンサーの容量 C と極板面積 S は比例する。グラフの見本を参考に容量と極板面積のグラフを描け。グラフは理論と合致しているか考察せよ。

[測定値記録欄]

実験手順 6.電気容量と極板間距離の実験の浮遊容量 $C_0 =$ _____ [nF]

シート枚数	容量計の値C[nF]	$C - C_0$	$1 \div (C - C_0)$
6			
5			
4			
3			
2			
1			

極板の幅[cm]	容量計の値C[nF]	$C - C_s$
15		
12		
9		
6		
3		
0	浮遊容量 $C_s =$	